



TUGAS AKHIR - TE145561

MESIN PENGELOMPOK BARANG BERDASARKAN KETINGGIAN DAN KONVEYOR PENGANGKUT MENGGUNAKAN PLC

Andrik Kurnia Adi Pratama
NRP 2211 030 025
Rahmat Bagus Prasajo
NRP 2211 030 026

Dosen Pembimbing
Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.

PROGRAM D3 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - TE145561

***CLASSIFIER MACHINE PRODUCTS BASED ON HEIGHT AND CARRIER
CONVEYOR USING PLC***

Andrik Kurnia Adi Pratama
NRP 2211 030 025
Rahmat Bagus Prasajo
NRP 2211 030 026

Supervisor
Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.

*Electrical Engineering D3 Program
Industrial Technology Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015*

**MESIN PENGELOMPOK BARANG BERDASARKAN
KETINGGIAN DAN KONVEYOR PENGANGKUT
MENGUNAKAN PLC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada**

**Bidang Studi Komputer Kontrol
Program Studi D3 Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :
Dosen Pembimbing.**



Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.
NIP. 19621005 199003 1 003

**SURABAYA
JANUARI, 2015**

MESIN PENGELOMPOK BARANG BERDASARKAN KETINGGIAN DAN KONVEYOR PENGANGKUT MENGUNAKAN PLC

Nama Mahasiswa 1 : Andrik Kurnia Adi Pratama
NRP : 2211030025
Nama Mahasiswa 2 : Rahmat Bagus Prasajo
NRP : 2211030026
Dosen Pembimbing : Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.
NIP : 19621005 199003 1 003

ABSTRAK

Pada industri skala pabrik yang memproduksi berbagai macam barang memiliki beberapa tempat untuk mendistribusikan barang. Pendistribusian barang bisa di pindahkan ke tempat yang berbeda atau proses pendistribusian barang ke tempat yang lebih tinggi dari barang yang akan di distribusikan.

Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat untuk melakukan proses pengelompokan berdasarkan ukuran barang. Proses pengelompokan dapat dilakukan dengan pengukuran ketinggian barang. Kemudian setelah barang di golongan pada kondisi tertentu konveyor akan menjalankan proses selanjutnya ke konveyor lain. Mesin ini dapat mengelompokkan barang dalam tiga keadaan, yaitu barang kecil, yang akan didistribusikan ke lantai yang lebih tinggi. Barang sedang didistribusikan ke lantai bawah dan akan di *pusher* di pertengahan konveyor lantai bawah. Sedangkan untuk barang yang berukuran besar akan didistribusikan di konveyor lantai bawah sampai ujung dari konveyor. Alat ini terdiri dari rangkaian sensor *photodiode*, *limit switch*, sistem kontroler dan aktuator.

Dalam sistem ini digunakan PLC sebagai kontroler, dan Relay sebagai driver motor konveyor dan *limit switch* sebagai pembatas atas dan bawah untuk konveyor pengangkut dan pembatas maju dan mundur untuk *pusher*. Aktuator berupa motor sebagai penggerak konveyor pengangkut, konveyor distribusi dan *pusher*.

Kata kunci : Konveyor, Sensor Inframerah, PLC

Halaman ini sengaja dikosongkan

CLASSIFIER MACHINE PRODUCTS BASED ON HEIGHT AND CARRIER CONVEYOR USING PLC

Name of Student 1 : Andrik Kurnia Adi Pratama
Number of Registration : 2211030025
Name of Student 2 : Rahmat Bagus Prasajo
Number of Registration : 2211030026
Supervisor : Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.
ID : 19621005 199003 1 003

ABSTRACT

In industrial scale factories producing various kinds of products have some place to distribute the products. Distribution of products can be moved to different places or the distribution of products to a higher place than the products to be distributed.

Therefore we need a tool to make the process of grouping based on the size of products. The process of grouping can be done by measuring a height of products. Then after the products classified in certain circumstances the conveyor will run the next process to another conveyor. This machine can classify the products in three states, namely the small products, which will be distributed to the higher floors. Medium products are being distributed to the bottom floor and will be in the pusher in the middle of the bottom floor conveyors. Whereas for large products will be distributed under the floor conveyor to the end of the conveyor. This device consists of a series of photodiode sensors, limit switches, controllers and actuators systems.

In this system used PLC as controller, and relay as conveyor motor drivers and limit switch as a barrier up and down to conveyor transport and limiting forward and backward to the pusher. Actuators such as driving a motor carrier conveyors, conveyor distribution and pusher.

Keyword : Conveyor, Infrared Sensor, PLC

This Page Left Blank

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

“ MESIN PENGELOMPOK BARANG BERDASARKAN KETINGGIAN DAN KONVEYOR PENGANGKUT MENGUNAKAN *PLC* “

Dengan penyusunan Tugas Akhir ini penyusun tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu. Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan penuh dan teladan bagi penulis.
2. Bapak Eko Setijadi, ST, MT., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS Surabaya.
3. Bapak Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh staf pengajar dan administrasi Program Studi D3 Teknik Elektro FTI-ITS.
5. Seluruh mahasiswa D3 Teknik Elektro khususnya angkatan 2011 dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat.

Kritik dan saran untuk Tugas Akhir ini sangat diperlukan untuk perbaikan agar Mesin Pengelompok Barang Berdasarkan Ketinggian dan Konveyor Pengangkut Menggunakan *PLC* ini bisa bermanfaat bagi masyarakat.

Surabaya, 20 Januari 2015

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

| | |
|--|---------------|
| JUDUL | i |
| PENGESAHAN | iii |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Permasalahan | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 3 |
| 1.6 Relevansi | 3 |
| BAB II TEORI PENUNJANG | 5 |
| 2.1 Jenis <i>Conveyor</i> | 5 |
| 2.2 <i>Relay</i> | 7 |
| 2.3 Sensor Inframerah dan <i>Photodiode</i> | 8 |
| 2.4 Motor DC | 9 |
| 2.5 PLC (<i>Programmable Logic Controller</i>) | 10 |
| 2.5.1 PLC Mitsubishi <i>Q02H</i> | 12 |
| 2.5.2 Konfigurasi <i>Module Input dan Output</i> | 13 |
| 2.5.3 <i>Slot Module Input dan Output</i> | 14 |
| 2.6 <i>Limit Switch</i> | 15 |
| BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT | 17 |
| 3.1 Perancangan <i>Hardware</i> | 17 |
| 3.1.1 Perancangan <i>Power Supply</i> | 18 |
| 3.1.2 Perancangan <i>Driver Motor DC</i> | 19 |
| 3.1.3 Perancangan Sensor Inframerah dan <i>Photodiode</i> | 20 |
| 3.1.4 Perancangan Konektor ke PLC | 22 |
| 3.2 Perancangan <i>Software</i> | 25 |
| 3.2.1 Koneksi PLC Mitsubishi <i>Q02H</i> dan <i>GT-Designer</i> | 26 |
| 3.2.2 Koneksi <i>Input/Output PLC Mitsubishi Q02H</i> | 26 |

| | |
|--|------------|
| 3.3 Perancangan Mekanik | 27 |
| BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA..... | 31 |
| 4.1 Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i> | 31 |
| 4.2 Pengujian Pengujian <i>Output Sensor</i> | 33 |
| 4.3 Pengujian <i>Limit Switch</i> | 34 |
| 4.4 Pengujian <i>Driver Motor</i> | 36 |
| 4.5 Pengujian Koneksi ke <i>PLC</i> | 36 |
| 4.6 Analisa Koneksi <i>USB to RS 232 Converter</i> ke <i>PLC</i> | 37 |
| 4.7 Pengujian Alat Secara Keseluruhan..... | 39 |
| BAB V PENUTUP | 41 |
| 5.1 Kesimpulan | 41 |
| 5.2 Saran..... | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |
| LAMPIRAN 1 Listing Program | A-1 |
| LAMPIRAN 2 Datasheet | B-1 |
| LAMPIRAN 3 Bentuk Alat..... | C-1 |
| RIWAYAT HIDUP PENULIS | D-1 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabel 3.1 | Fungsi Alamat <i>Input Digital</i> | 26 |
| Tabel 3.2 | Fungsi Alamat <i>Output Digital</i> | 27 |
| Tabel 4.1 | <i>Output Power Supply</i> sebelum <i>Wiring</i> | 32 |
| Tabel 4.2 | <i>Output Power Supply</i> setelah <i>Wiring</i> | 32 |
| Tabel 4.3 | Persentase Kesalahan <i>Power Supply</i> tanpa Beban..... | 32 |
| Tabel 4.4 | Persentase Kesalahan <i>power Supply</i> dengan Beban | 33 |
| Tabel 4.5 | Pengujian <i>Output Sensor</i> | 34 |
| Tabel 4.6 | Persentase Kesalahan <i>Output Sensor</i> | 34 |
| Tabel 4.7 | Pengujian <i>Limit Switch</i> | 35 |
| Tabel 4.8 | Pengujian <i>Driver Motor</i> | 36 |
| Tabel 4.9 | Pengujian <i>Input PLC</i> | 37 |
| Tabel 4.10 | Pengujian <i>Output PLC</i> | 37 |

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 2.1 | <i>Belt Conveyor</i> | 5 |
| Gambar 2.2 | <i>Plastic Flat Chain Conveyor</i> | 6 |
| Gambar 2.3 | <i>Vibrating Conveyor</i> | 6 |
| Gambar 2.4 | <i>Hanging atau Over Head Conveyor</i> | 6 |
| Gambar 2.5 | <i>Relay dan Simbolnya</i> | 7 |
| Gambar 2.6 | <i>Pole and Throw Relay</i> | 8 |
| Gambar 2.7 | Sensor Inframerah dan <i>Photodioda</i> | 9 |
| Gambar 2.8 | Motor DC..... | 10 |
| Gambar 2.9 | Fungsi <i>PLC</i> | 12 |
| Gambar 2.10 | <i>PLC Mitsubishi Q02H</i> | 12 |
| Gambar 2.11 | Rangkaian <i>Internal Input</i> | 13 |
| Gambar 2.12 | Rangkaian <i>Internal Output</i> | 13 |
| Gambar 2.13 | <i>Slot Input Output Module</i> | 14 |
| Gambar 2.14 | Simbol dan Bentuk Fisik <i>Limit Switch</i> | 15 |
| Gambar 3.1 | Blok Diagram Alat Secara Keseluruhan | 17 |
| Gambar 3.2 | <i>Power Supply</i> | 18 |
| Gambar 3.3 | <i>Driver Motor DC 1 Arah</i> | 19 |
| Gambar 3.4 | <i>Driver Motor DC 2 Arah (lift)</i> | 20 |
| Gambar 3.5 | <i>Driver Motor DC 2 Arah (pusher)</i> | 20 |
| Gambar 3.6 | Sensor Inframerah dan <i>Driver</i> | 21 |
| Gambar 3.7 | Sensor Inframerah..... | 22 |
| Gambar 3.8 | <i>Comparator</i> | 22 |
| Gambar 3.9 | <i>Input Module</i> | 23 |
| Gambar 3.10 | <i>Output Module</i> | 24 |
| Gambar 3.11 | <i>Module Keseluruhan</i> | 24 |
| Gambar 3.12 | <i>Flowchart</i> | 25 |
| Gambar 3.13 | Rancangan Alat Keseluruhan (Tampak Depan)..... | 28 |
| Gambar 3.14 | Rancangan Alat Keseluruhan (Tampak Miring) | 28 |
| Gambar 3.15 | Desain <i>Lift</i> | 28 |
| Gambar 3.16 | Desain <i>Pusher</i> | 29 |
| Gambar 4.1 | Cara Pengukuran..... | 31 |
| Gambar 4.2 | Pegas Pada <i>Limit Switch</i> | 35 |
| Gambar 4.3 | Koneksi <i>GX Developer</i> ke <i>CPU Q02H</i> | 38 |
| Gambar 4.4 | Koneksi <i>GT Designer</i> ke <i>CPU Q02H</i> | 38 |
| Gambar 4.5 | Bentuk Alat Keseluruhan | 39 |

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perusahaan selalu berupaya untuk mengganti pekerjaan yang selama ini dilakukan oleh manusia untuk digantikan dengan mesin-mesin dalam rangka efisiensi dan peningkatan kualitas produksinya. Misalnya, proses produksi yang pada awalnya masih dilakukan secara manual seperti pada proses pengelompokan barang yang secara khusus akan dikelompokkan berdasarkan ketinggian barangnya. Pada suatu proses produksi seperti produksi pangan, kemasan yang dibuat bermacam-macam tergantung jumlah isinya. Contohnya kemasan dengan *netto* 500g berbeda dengan kemasan 1000g. Untuk ukuran panjang dan lebar bisa sama tapi untuk ukuran tinggi kemasan berbeda-beda. Jika proses produksi tersebut dilakukan dalam jumlah yang besar dan tempat pengemasan menjadi satu, maka kemasan-kemasan tersebut perlu dipilah-pilah sesuai kelompoknya berdasarkan ketinggian barang sebelum masuk ke proses pendistribusian. Hal ini dapat diwujudkan dengan pembuatan alat dengan sistem pengelompokan barang berdasarkan ketinggian barang secara otomatis, dimana didalam sistem ini terdiri dari perlengkapan distribusi barang yang berupa konveyor. Dengan menggunakan sensor keadaan, dapat dimanfaatkan sebagai sensor deteksi untuk memilah barang berdasarkan ketinggian barang tersebut.

Dari berbagai permasalahan di atas, penulis mencoba untuk menuangkan ide melalui Tugas Akhir yang kiranya dapat menjawab ataupun mengurangi permasalahan tersebut. Alat yang dibuat berupa modul konveyor yang dilengkapi dengan sensor inframerah dan photodiode serta sensor *limit switch* dan motor DC sebagai penggerakannya. Pada konveyor pertama digunakan sebagai pengumpulan barang, yang dilengkapi dengan sensor inframerah dan photodiode untuk memilah barang berdasarkan ketinggian barang, sedangkan konveyor kedua merupakan lift konveyor untuk mengangkat barang. Konveyor 3 dan 4 merupakan konveyor untuk distribusi sekaligus pengelompok barang yang telah dipilah melalui sensor deteksi ketinggian barang.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membuat modul konveyor dengan sensor deteksi ketinggian barang dan distribusi pengelompokan barang berdasarkan ketinggian menggunakan PLC.

1.2 Permasalahan

Dalam Tugas Akhir ini permasalahan yang diangkat adalah mesin pengelompok barang berdasarkan ketinggian dan distribusi barang pada ketinggian tertentu yang menggunakan konveyor pengangkut. Barang yang akan dikelompokkan adalah barang dengan kondisi khusus dimana barang tersebut memiliki ketinggian yang berbeda-beda. Tentunya hal ini akan menjadi suatu hal yang penting dalam suatu industri dalam mendistribusikan barang untuk proses yang berkelanjutan dari mesin satu ke mesin yang lainnya. Terlebih lagi jika pendistribusian barang dilakukan di lantai yang berbeda. Dengan permasalahan seperti itu memunculkan sebuah ide bagaimana untuk memudahkan pengoperasian agar sistem tersebut dapat berjalan secara otomatis.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari Mesin Pengelompok Barang Berdasarkan Ketinggian dan Konveyor Pengangkut Menggunakan *PLC* adalah :

1. Kontroler yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah *PLC Mitsubishi Q02H*.
2. Perancangan sistem secara keseluruhan meliputi : *power supply*, *driver motor*, *limit switch* dan sensor keadaan.
3. Mekanik yang digunakan merupakan miniatur konveyor yang dirancang tidak sesuai dengan konveyor yang sebenarnya.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan alat pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rancang bangun mesin pengelompok barang berdasarkan ketinggian menggunakan kontroler *PLC Mitsubishi Q02H*, sensor keadaan, *driver motor* dan motor DC.
2. Membuat suatu alat yang bisa mendistribusikan barang secara maksimal pada ketinggian tertentu.
3. Membuat suatu sistem otomatis yang dapat mengelompokkan dan mendistribusikan barang berdasarkan ketinggian.
4. Membuat *ladder diagram* untuk menjalankan sistem mesin pengelompokan barang pada *PLC Mitsubishi Q02H*.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan buku Tugas Akhir ini, pembahasan mengenai sistem alat yang dibuat disusun dengan sistematika sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN membahas tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan serta relevansi yang digunakan dalam Tugas Akhir yang dibuat.
2. BAB II TEORI PENUNJANG menjelaskan dasar teori yang berisi tentang konsep yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan serta pembuatan alat yang dibuat.
3. BAB III PERANCANGAN SISTEM dalam bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri atas rangkaian elektronika, desain mekanik serta perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.
4. BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM membahas tentang pengujian alat dan analisa data yang didapat dari hasil pengujian.
5. BAB V PENUTUP berisi tentang kesimpulan alat dari Tugas Akhir ini dan saran – saran untuk pengembangan selanjutnya dari alat.

1.6 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari pembuatan alat Tugas Akhir ini diharapkan dapat mengelompokkan barang dalam 3 kondisi ketinggian dan dapat melakukan pendistribusian angkut barang ke konveyor lainnya melalui konveyor pengangkut menggunakan kontroler *PLC Mitsubishi Q02H*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang digunakan dalam sistem konveyor, seperti jenis konveyor, *relay*, sensor inframerah dan *photodiode*, motor DC dan *PLC Mitsubishi Q02H* yang digunakan. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terhadap sistem yang dibuat dan berguna sebagai penunjang dalam pengembangan.

2.1 Jenis Konveyor [1]

a. *Belt Conveyor*

Alat ini memiliki penggunaan yang sangat luas dalam berbagai industri. Jika di pertambangan, faktor ukuran (ketebalan dan lebar), dan ketahanan (*realibility*) menjadi faktor yang utama. Penggunaan di operasi manufaktur tentu berbeda, meski dengan spesifikasi yang lebih rendah, alat ini tetap merupakan bagian yang sangat penting dalam rangkaian sistem operasi. Untuk bentuk *belt conveyor* secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Belt Conveyor*

b. *Plastic Flat Chain Conveyor*

Konveyor ini biasanya ditemui di industri minuman dan makanan dalam kemasan. Prinsipnya sama dengan cara kerja rantai *tank* tempur. Keunggulan sistem ini, permukaan atas konveyor rata atau *flat*, dan dapat bergerak melengkung sehingga efektif digunakan jika area kerja memiliki *space* yang sedikit sedangkan proses memerlukan konveyor dalam jarak yang cukup panjang untuk mengantispasi antrian produk. Untuk bentuk *plastic flat chain conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Plastic Flat Chain Conveyor*

c. *Vibrating Conveyor*

Alat ini bekerja dengan menggunakan efek getaran atau vibrasi mekanis yang menggerakkan barang secara vertikal atau horisontal. Untuk bentuk dari *vibrating conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Vibrating Conveyor*

d. *Hanging atau Over Head Conveyor*

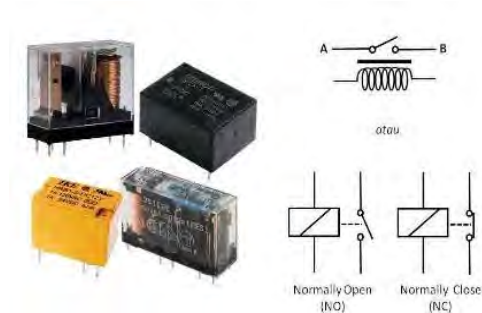
Suatu alat untuk memindahkan barang dengan cara digantung. Untuk tenaga penggeraknya bisa menggunakan gravitasi atau motor. Untuk bentuk *over head conveyor* secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Hanging atau Over Head Conveyor*

2.2 Relay [1]

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal (*electromechanical*) yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet berupa induktor inti besi (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar atau *switch*). Saklar pada *relay* akan terjadi perubahan posisi OFF ke ON pada saat diberikan energi elektromagnetik pada *armature relay* tersebut. Saklar atau kontaktor *relay* dikendalikan menggunakan tegangan listrik yang diberikan ke induktor pembangkit magnet untuk menarik *armature* tuas saklar atau kontaktor *relay*. *Relay* yang ada dipasaran terdapat berbagai bentuk dan ukuran dengan tegangan kerja dan jumlah saklar yang bervariasi. Berikut adalah salah satu contoh bentuk *relay* yang sering kita jumpai dan banyak sekali dijual dipasaran. Untuk bentuk *relay* secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.5.



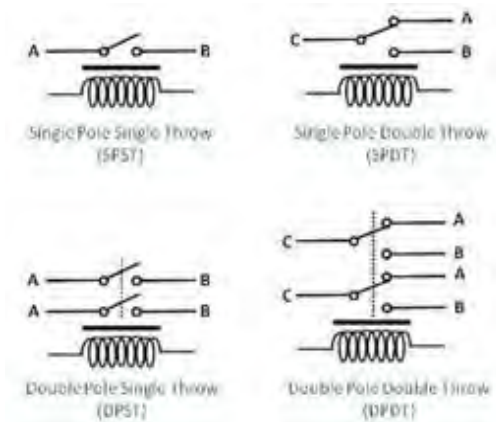
Gambar 2.5 *Relay* dan Simbolnya

Relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *pole* dan *throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada *relay*. Berdasarkan penggolongan jumlah *pole* dan *throw*-nya, sebuah *relay* dapat digolongkan menjadi :

1. **Single Pole Single Throw (SPST)** : *Relay* golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminal lagi untuk *coil*.
2. **Single Pole Double Throw (SPDT)** : *Relay* golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.

3. **Double Pole Single Throw (DPST)** : *Relay* golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*. *Relay* DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 *coil*.
4. **Double Pole Double Throw (DPDT)** : *Relay* golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya 6 terminal yang merupakan 2 pasang *Relay* SPDT yang dikendalikan oleh 1 *coil*, sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

Selain dari beberapa golongan *relay* diatas, terdapat juga *relay* yang *pole* dan *throw*-nya lebih dari 2. Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya. Sehingga dapat memanfaatkan banyak kontak *relay* sesuai dengan kebutuhan. Untuk golongan *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



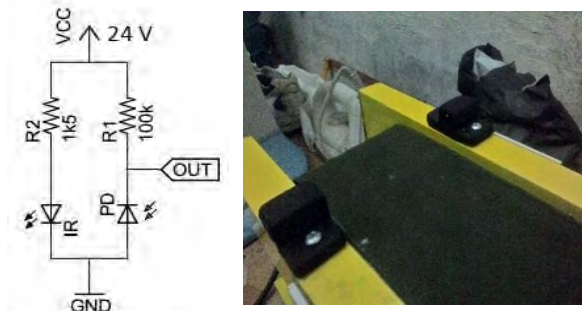
Gambar 2.6 *Pole dan Throw Relay*

2.3 Sensor Inframerah dan *Photodiode* [2]

Komponen yang dapat menerima sinar inframerah merupakan komponen yang peka cahaya yang berupa *photodiode*. Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya inframerah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal inframerah sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Semakin besar intensitas inframerah yang diterima maka sinyal

pulsa listrik yang dihasilkan akan semakin baik. Namun jika sinyal inframerah yang diterima intensitasnya lemah maka inframerah tersebut harus mempunyai pengumpul cahaya (*light collector*) yang cukup baik dan sinyal pulsa yang dihasilkan oleh sensor inframerah ini harus dikuatkan. Pada prakteknya sinyal inframerah yang diterima intensitasnya sangat kecil sehingga diperlukan adanya penguatan. *Photodiode* dapat juga disebut sebagai *photodetector*.

Rangkaian dari sensor inframerah dan *photodiode* ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sensor Inframerah dan *Photodiode*

2.4 Motor DC [3]

Motor DC (searah) merupakan jenis motor yang telah lama dikenal, keberadaannya telah membawa perubahan besar sejak dikenalkan motor induksi atau motor arus bolak – balik (AC), karena motor DC mempunyai keunggulan dalam kemudahan untuk mengatur dan mengontrol kecepatan dibandingkan motor AC yang bekerja memerlukan suplai tegangan bolak – balik. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut dengan *rotor* (bagian yang berputar).

Prinsip kerja motor DC adalah setiap konduktor yang mengalirkan arus mempunyai medan magnet disekelilingnya. Kuat medan tergantung pada besarnya arus yang mengalir pada konduktor. Kecepatan motor DC dapat diatur dengan beberapa cara, yaitu dengan mengatur *fluks* medan, dengan mengatur tahanan jangkar, dan dengan mengatur tegangan sumber. Motor DC bekerja

menggunakan arus searah dalam membangkitkan medan putarnya, maka untuk membalik arah putaran motor DC adalah dengan membalik arah medan putarnya, arah medan putar dapat dibalik dengan mengubah arah arus yang mengalir pada motor. Untuk motor DC yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Motor DC

2.5 PLC (*Programable Logic Controller*) [3]

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah : sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, pewaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui *module input output digital* maupun *analog*. Sehingga *PLC* dapat diartikan sebagai sebuah alat kontrol yang bekerja berdasarkan pada pemrograman dan eksekusi instruksi logika. *PLC* mempunyai fungsi *internal* seperti *timer*, *counter* dan *shift register*. *PLC* beroperasi dengan cara memeriksa *input* dari sebuah proses guna mengetahui statusnya kemudian sinyal *input* ini diproses berdasarkan instruksi logika yang telah diprogram dalam memori. Dan sebagai hasilnya adalah berupa sinyal *output*. Sinyal *output* inilah yang dipakai untuk mengendalikan peralatan atau mesin. Antarmuka (*interface*) yang terpasang di *PLC* memungkinkan *PLC* dihubungkan secara langsung ke *actuator* atau *transducer* tanpa memerlukan *relay*.

Pada prinsipnya *PLC* mempunyai tiga bagian pokok yang masing-masing mempunyai tugas yang berbeda, tiga bagian tersebut adalah: *Input* atau *Output*, Memori dan Pemroses.

Berdasarkan namanya, konsep *PLC* adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan *logic* (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

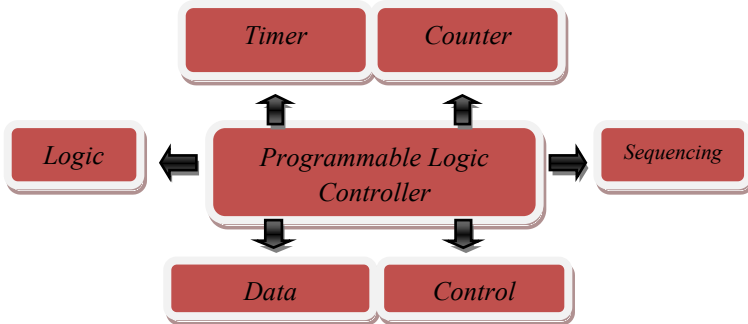
PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *sequential relay* dalam suatu sistem kontrol. *PLC* ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis *PLC* yang digunakan sudah dimasukkan.

Fungsi dan kegunaan *PLC* sangat luas. Dalam prakteknya *PLC* dapat dibagi secara umum dan secara khusus.

Secara umum fungsi *PLC* adalah sebagai berikut:

1. *Sequential Control*. *PLC* memproses *input* yang berupa sinyal *biner* menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan secara berurutan (*sequential*). Disini *PLC* menjaga agar semua tahap atau langkah dalam proses *sequential* berlangsung dalam urutan yang tepat.
2. *Monitoring Plant*. *PLC* secara terus menerus memonitor status suatu sistem dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol atau menampilkan pesan tersebut pada operator.
3. *Shutdown System*. Sedangkan fungsi *PLC* secara khusus adalah dapat memberikan input ke *CNC* (*Computerized Numerical Control*). Beberapa *PLC* dapat memberikan input ke *CNC* untuk kepentingan pemrosesan lebih lanjut. *CNC* bila dibandingkan dengan *PLC* mempunyai ketelitian yang lebih tinggi dan lebih mahal harganya. *CNC* biasanya dipakai untuk proses *finishing*, membentuk benda kerja dan *moulding*.

Untuk gambaran umum fungsi PLC dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Fungsi PLC

2.5.1 *PLC Mitsubishi Q02H*

PLC Mitsubishi Q02H merupakan suatu PLC yang bersifat *modular*, dimana dalam perangkatnya biasa ditambah *module input*, *module output*, *module analog* dan *module* pendukung lainnya yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan. PLC yang digunakan sebagai kontroler dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 *PLC Mitsubishi Q02H*

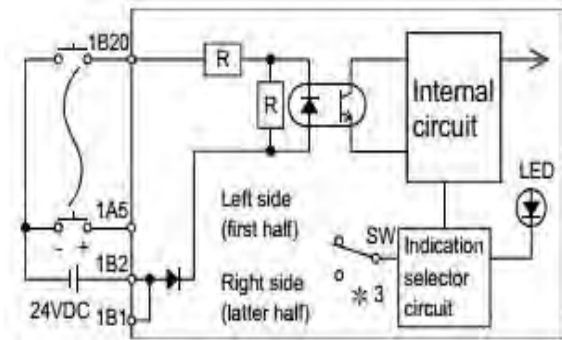
PLC Mitsubishi Q02H yang digunakan dalam Tugas Akhir ini terdiri dari *input* dan *output*. *Power supply* yang dipakai berupa tegangan DC.

2.5.2 Konfigurasi *Module Input* dan *Output*

Berikut ini adalah konfigurasi rangkaian internal *input* dan *output* pada PLC Mitsubishi Q02H :

a. *Module Input QX42*

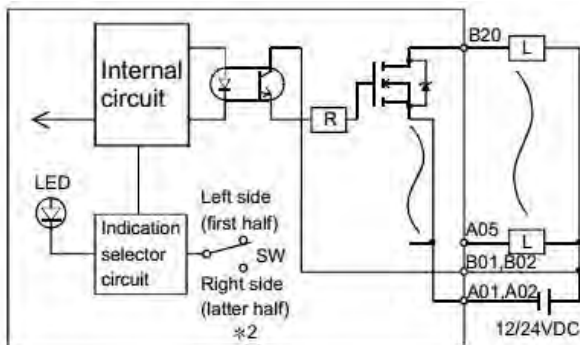
PLC Mitsubishi Q02HC merupakan jenis PLC yang kontaktor–kontaktor *input internal*-nya digerakkan oleh *transistor*. Gambar *wiring* pada modul *input* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Rangkaian *Internal Input* [4]

b. *Module Output QY42P Transistor*

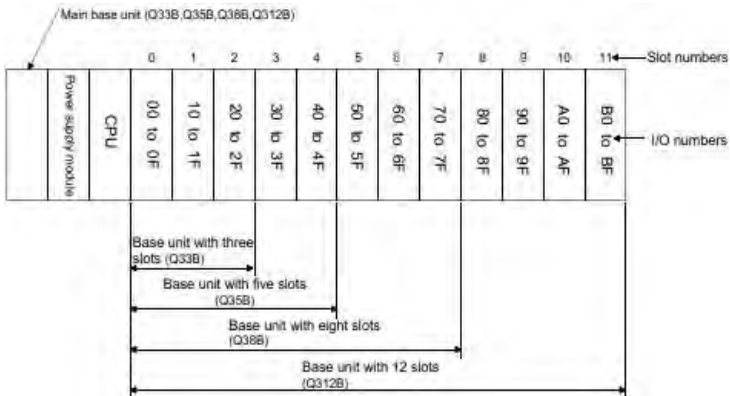
PLC Mitsubishi Q02H merupakan jenis PLC yang kontaktor–kontaktor *output internal*-nya digerakkan oleh *transistor*. Gambar *wiring* pada modul *output* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



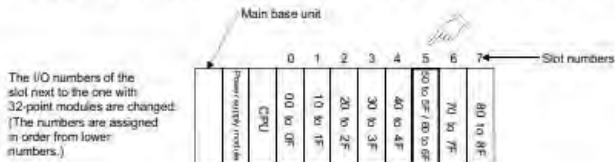
Gambar 2.12 Rangkaian *Internal Output* [4]

2.5.3 Slot Module Input dan Output

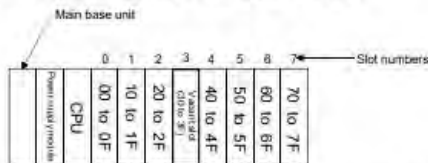
Untuk nomor *input* dan *output* sudah diatur pada *slot* yang disesuaikan dengan nomornya dari *module input output* yang sudah disediakan pada perangkat utama. Berikut adalah *slot* dari *module input output PLC*. Untuk konfigurasi *slot* pada *PLC* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



- The I/O numbers of one slot (one module) is assigned in ascending order in units of 16 points. (0 to Fh). The status that 16-point module is attached to each slot is considered as a standard. For example, the I/O numbers when 32-point module is attached to the fifth slot is as shown below.



- The vacant slot (The slot with no I/O modules installed) is also assigned with the I/O numbers. For example, if the third slot is vacant, the I/O numbers are assigned as described below. (Default). The number of assigned point is changeable depending on the setting.

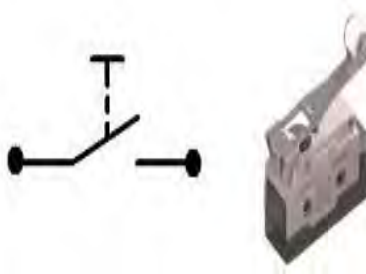


- As for the multiple CPU configuration (Two to four CPUs), the I/O numbers are assigned from the slot next to the one to which a CPU is attached.

Gambar 2.13 Slot Input Output Module [5]

2.6 *Limit Switch* [3]

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi untuk menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON*, yaitu saklar yang hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk kedalam kategori sensor mekanis, yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda yang bergerak. Prinsip kerja dari *limit switch* saat diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas atau daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. *Limit switch* umumnya digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain, menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil dan sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek. Simbol dan konstruksi *limit switch* ditunjukkan pada gambar berikut. Untuk simbol dan bentuk fisik *limit switch* bias dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Simbol dan Bentuk Fisik *Limit Switch*

Halaman ini sengaja dikosongkan

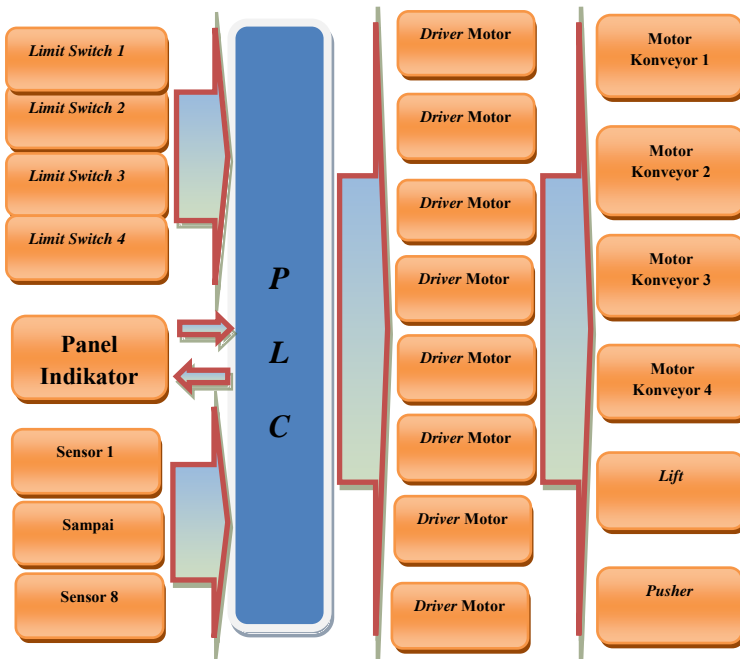
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas perancangan sistem yang meliputi perancangan *hardware*, *software* dan perancangan mekanik. Detail mengenai pembahasan perancangan akan dibahas pada beberapa sub bab berikut.

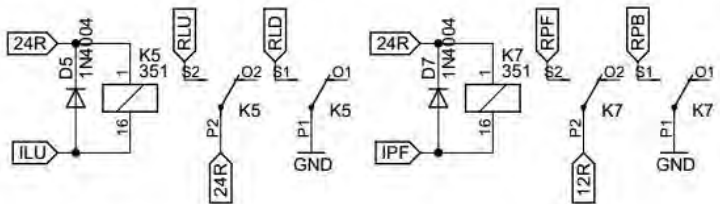
3.1 Perancangan *Hardware*

Blok fungsional dari keseluruhan sistem mesin sortir dimensi barang dan konveyor yang di desain terlihat seperti Gambar 3.1.



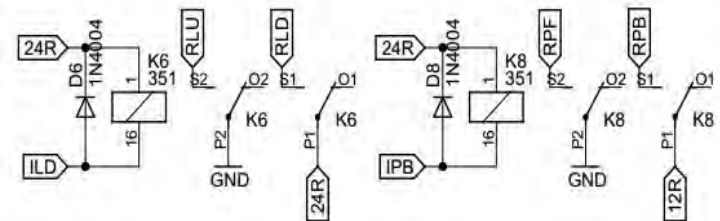
Gambar 3.1 Blok Fungsional Alat Secara Keseluruhan

Perancangan *hardware* dilakukan dengan merancang rangkaian – rangkaian elektronika dan rancangan mekanik. Perancangan *hardware* ini meliputi :



Gambar 3.4 *Driver Motor DC 2 Arah (Lift)*

Skematik rangkaian *Pusher* terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Driver Motor DC 2 Arah (Pusher)*

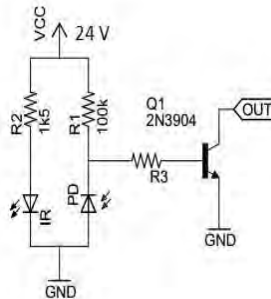
3.1.3 Perancangan Sensor Inframerah dan *Photodiode*

Inframerah merupakan sebuah sensor yang masuk dalam kategori sensor optik. Secara umum seluruh inframerah di dunia bekerja optimal pada frekuensi 38,5 KHz. Cahaya inframerah pada dasarnya adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang yang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio, dengan kata lain inframerah merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang, yaitu sekitar 700 nm sampai 1 mm. Cahaya *LED* timbul sebagai akibat penggabungan elektron dan *hole* pada persambungan antara dua jenis semikonduktor dimana setiap penggabungan disertai dengan pelepasan energi.

Receiver yang digunakan oleh sensor inframerah adalah jenis *photodiode*, yaitu jenis dioda yang dapat bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya. Jika *photodiode* ini mendapatkan intensitas cahaya yang tinggi maka *photodiode* ini akan bekerja seperti dioda pada umumnya, namun jika *photodiode* ini mendapatkan intensitas cahaya yang sangat kecil maka akan

terjadi nilai hambatan yang sangat besar sehingga arus tidak dapat mengalir.

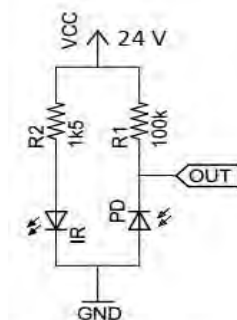
Berikut merupakan *schematic* rangkaian sensor *photodiode* dengan menggunakan *transistor 2N3904* sebagai *driver* untuk menyuplai tegangan *input* ke *PLC*. Sensor ini di pasang saling berhadapan sehingga jika sensor keadaan tidak terhalang maka *photodiode* akan bekerja sebagai dioda biasa dimana arus akan mengalir dan kaki basis pada *transistor* akan bernilai nol karena arus akan *looping* ke *resistor*. Sebaliknya jika *photodiode* tidak mendapatkan intensitas cahaya yang cukup maka *photodiode* akan terbuka sehingga basis pada *transistor* akan mendapatkan sumber $V+$ dari *resistor* 100k. $V+$ ini akan membuat *c-e* pada *transistor* menjadi *short*. Untuk rangkaian sensor inframerah dan *driver* terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Sensor Inframerah dan *Driver*

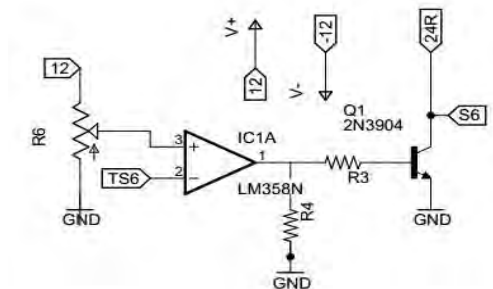
Selain menggunakan sensor *photodiode* yang saling berhadapan, digunakan juga sebuah sensor inframerah yang prinsip kerjanya untuk memantulkan cahaya. Hal ini dikarenakan adanya *Pusher* yang tidak memungkinkan untuk membuat sensor saling berhadapan. Sehingga memanfaatkan pantulan inframerah untuk ditangkap oleh *photodiode*. Namun *output* sensor perlu dikuatkan dan dibandingkan dengan tegangan referensi dikarenakan *output* sensor yang sangat kecil dan perbedaan sensitifitas di objek atau benda tertentu.

Berikut adalah skematik rangkaian sensor *photodiode* dengan prinsip pemantulan cahaya terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Sensor Inframerah

Rangkaian *comparator* tersebut merupakan rangkaian *inverting* dimana V_{in} dihubungkan secara *inverting* (-) dan tegangan referensi (V_{ref}) dihubungkan ke (+). Pada saat V_{in} lebih kecil dari V_{ref} maka tegangan *output* (V_o) pada *comparator* adalah $+V_{Sat}$ ($\approx +V_{CC}$). Dan sebaliknya jika V_{in} lebih besar dari V_{ref} maka tegangan *output* (V_o) adalah $-V_{Sat}$ ($\approx +V_{EE}$). Untuk rangkaian *comparator* terlihat pada Gambar 3.8.

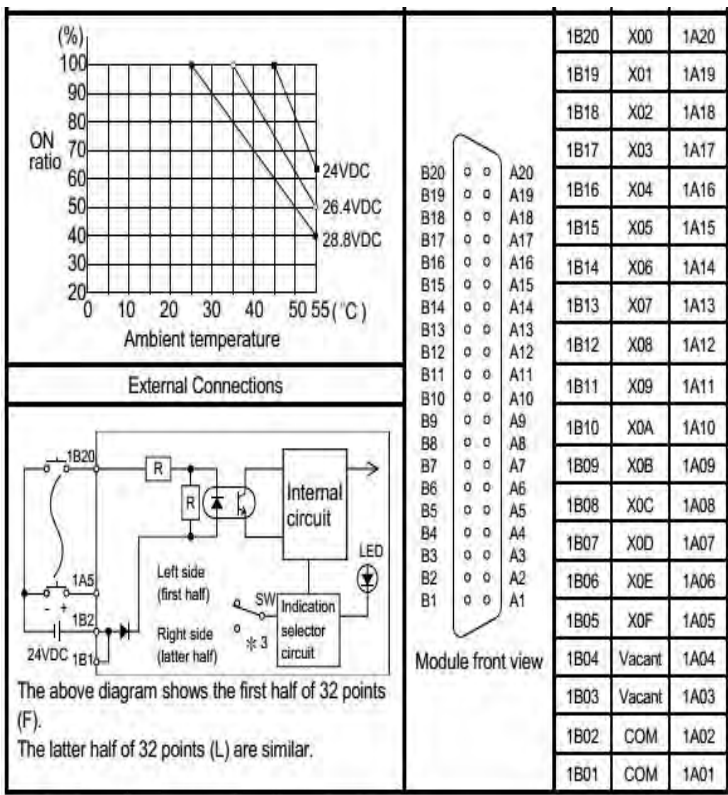


Gambar 3.8 Comparator

3.1.4 Perancangan Konektor ke PLC

a. Module input

Dalam perancangan *module input* harus memperhatikan *datasheet* dari PLC yang digunakan. Berikut adalah Tabel koneksi *module input* dari PLC Q Series type QX42 DC Input Module terlihat pada Gambar 3.9.

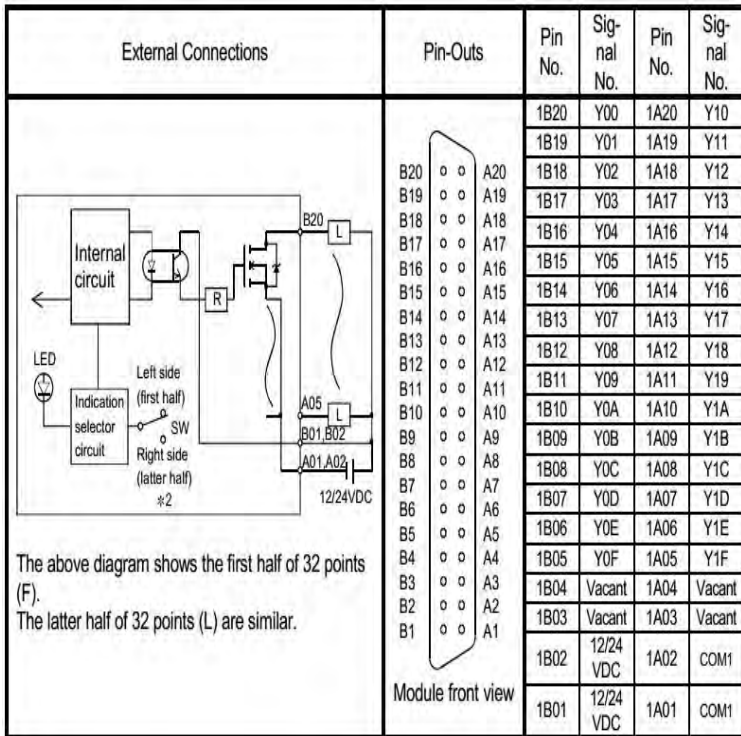


Gambar 3.9 Input Module [4]

Dari Gambar 3.9 *common* yang digunakan adalah *common positive*. pin (1B01, 1B02) merupakan *common input* dari *power supply*.

b. Output Module

Begitu juga dalam perancangan *output module* juga harus memperhatikan *datasheet* dari PLC yang digunakan. Berikut adalah Tabel koneksi *output module* dari PLC Q Series type QY42 DC Output Module terlihat pada Gambar 3.10. Pin (1B01, 1B02) mendapatkan sumber +24 Volt dari *power supply* dan (1A01, 1A02) sebagai *common* berupa GND.



Gambar 3.10 Output Module [4]

Dari beberapa rangkaian yang telah dibuat dari *Power Supply*, *Driver Motor*, *Input/Output sensor* dan *PLC*, *comparator* dan *driver sensor* maka dibuat sebuah rangkaian utuh pada *PCB* secara keseluruhan seperti pada Gambar 3.11.

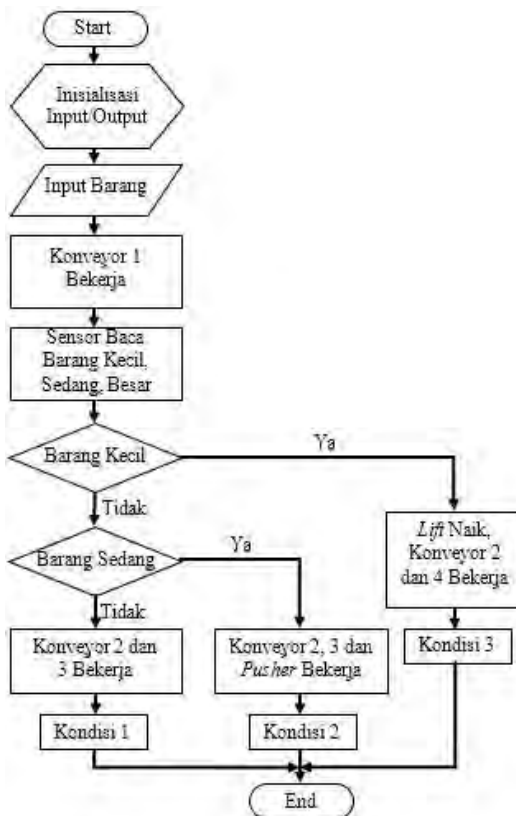


Gambar 3.11 Module Keseluruhan

3.2 Perancangan Software

Rancang bangun mesin sortir dimensi barang dan konveyor pengangkut menggunakan *PLC* sebagai kontrolernya. *PLC* yang digunakan adalah *Mitsubishi Q02H*. Dalam melakukan pemrograman *PLC Mitsubishi* ini menggunakan *GX-Developer* untuk memprogram membuat *Human Machine Interface (HMI)*. *HMI* ini digunakan untuk memonitoring *loading* barang dan untuk menjalankan (*start*) atau menghentikan (*stop*) pada *PLC*.

Pada saat perancangan alat maka di buat sebuah alur sebuah program yang nantinya akan dibuat alur program atau *flowchart* ini dapat di lihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Flowchart

3.2.1 Koneksi PLC Mitsubishi Q02H dan GT-Designer

Perancangan perangkat lunak (*software*) pada mesin sortir dimensi barang dan konveyor pengangkut menggunakan PLC, cara menghubungkan antara PLC Mitsubishi Q02H dan GT-Designer dengan menggunakan *standart RS232*. Karena Laptop sudah tidak menggunakan komunikasi RS232 lagi maka digunakan sebuah *converter* yang dapat mengkonversikan komunikasi USB port ke RS232. Converter USB ke RS232 ini digunakan untuk menghubungkan PLC Mitsubishi Q 02H ke GT-Designer sehingga terjadi komunikasi antara GT-Designer dan CPU pada PLC. Untuk konfigurasi koneksi GT- designer ke CPU PLC Mitsubishi Q02H maka dalam toolbar GT-designer klik pada *simulator setting* dan parameter setingnya adalah sebagai berikut:

1. *Connection* : CPU, MELSEC-Q
2. *Comm. Port* : COM1
3. *Beud rate* : 19200 bps

setelah melakukan seting parameter pada GT-Designer, maka selanjutnya adalah mengaktifkan *simulator* dengan klik *Activate Simulator* pada toolbar, atau dengan *shortcut* (CTRL+F10).

3.2.2 Koneksi Input/Output PLC Mitsubishi Q02H

PLC Mitsubishi Q02H ini merupakan tipe PLC yang bersifat *Modular*. *Input* atau *Output* pada PLC ini dapat ditambah sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan *input module* yang digunakan adalah tipe QX42 dengan jumlah *input* sebanyak 64 pin dengan *common negative*. Untuk *output module* yang digunakan adalah QY42P Transistor dengan jumlah *output* yang sama yaitu 64 pin dan tegangan *positive* sebagai *common*, namun tetap membutuhkan input GND seperti yang dijelaskan pada *datasheet*. Berikut adalah *input* dan *output* yang digunakan pada PLC. Tabel *input* terlihat pada Tabel 3.1 dan Tabel *output* terlihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Fungsi Alamat *Input Digital*

| Alamat | Keterangan |
|--------|------------|
| X20 | Sensor 1 |
| X21 | Sensor 2 |
| X22 | Sensor 3 |
| X23 | Sensor 4 |

Tabel 3.1 Fungsi Alamat *Input Digital* Lanjutan

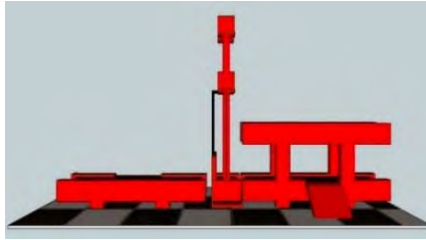
| Alamat | Keterangan |
|--------|-------------------------------------|
| X24 | Sensor 5 |
| X25 | Sensor 6 |
| X26 | Sensor 7 |
| X27 | Sensor 8 |
| X28 | <i>Limit Switch Lift</i> Bawah |
| X29 | <i>Limit Switch Lift</i> Atas |
| X2A | <i>Limit Switch Pusher</i> Depan |
| X2B | <i>Limit Switch Pusher</i> Belakang |

Tabel 3.2 Fungsi Alamat *Output Digital*

| Alamat | Keterangan |
|--------|----------------------------|
| Y40 | Motor Konveyor 4 |
| Y41 | Motor <i>Lift</i> Turun |
| Y42 | Motor Konveyor 3 |
| Y43 | Motor <i>Lift</i> Naik |
| Y44 | Motor Konveyor 2 |
| Y45 | Motor <i>Pusher</i> Maju |
| Y46 | Motor Konveyor 1 |
| Y47 | Motor <i>Pusher</i> Mundur |

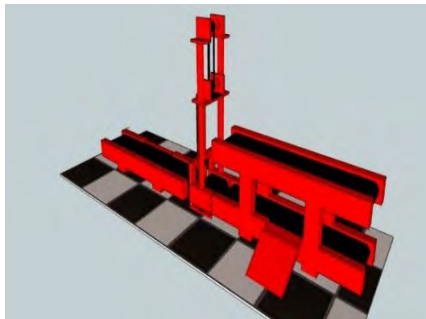
3.3 Perancangan Mekanik

Gambaran kerja dari sistem secara keseluruhan yaitu sensor inframerah dan *photodiode* mendeteksi keberadaan barang yang ada di konveyor. Cahaya inframerah akan dipantulkan ke barang dengan dimensi ukuran tertentu dan akan dipantulkan ke *photodiode*. PLC mengendalikan *driver* motor untuk mengendalikan motor DC guna menggerakkan konveyor, baik konveyor sortir, distribusi dan *Lift* konveyor. *Limit Switch* digunakan sebagai sensor yang nantinya akan menghentikan putaran motor sehingga dapat menghentikan gerak naik turun *Lift* konveyor dan gerak maju mundur *Pusher* untuk sortir dan distribusi barang. Untuk desain alat yang dibuat berupa Gambar 3D yang dibuat semirip mungkin dengan aslinya untuk memudahkan pada saat pembuatan alat secara *real*. Dari desain yang telah di buat dari tampak depan maka secara 3D alat akan terlihat seperti Gambar 3.13.



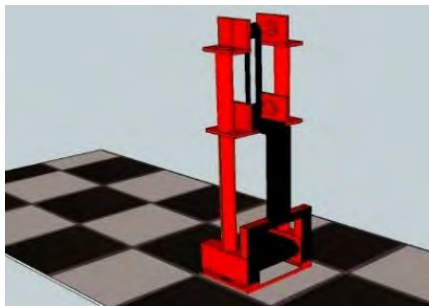
Gambar 3.13 Rancangan Alat Keseluruhan (Tampak Depan)

Sedangkan untuk desain Gambar yang terlihat dari tampak yang berbeda (sudut samping), desain akan terlihat seperti Gambar 3.14.

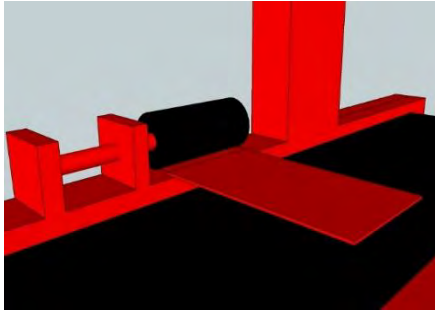


Gambar 3.14 Rancangan Alat Keseluruhan (Tampak Miring)

Dan untuk tampak lebih jelasnya seperti *Lift* tampak pada Gambar 3.15 dan *Pusher* tampak pada Gambar 3.16.



Gambar 3.15 Desain *Lift*



Gambar 3.16 Desain *Pusher*

Halaman ini sengaja dikosongkan

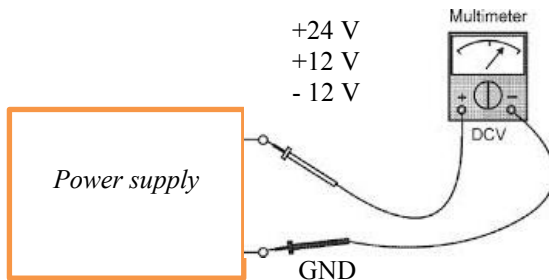
BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian pada Mesin Pengelompokan Barang Berdasarkan Ketinggian dan Konveyor Pengangkut Menggunakan *PLC Mitsubishi Q02H* ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu pengujian terhadap setiap sub sistem dan pengujian terhadap sistem secara keseluruhan. Pengujian pada setiap sub sistem terdiri dari pengujian pada *input/output PLC*, rangkaian *power supply*, rangkaian *driver* motor dan sensor inframerah. Hasil yang didapatkan tentunya memiliki rerata kesalahan yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti kualitas komponen dan kondisi lingkungan disaat pengujian.

4.1 Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Dalam pembuatan mesin pengelompokan Barang Berdasarkan Ketinggian dan Konveyor Pengangkut Menggunakan *PLC* ini membutuhkan 3 jenis *power supply* yang berbeda. Yang pertama adalah *power supply* 24 Volt untuk menyuplai tegangan ke *PLC*, sensor dan untuk menggerakkan konveyor *lift* naik dan turun. Kedua adalah tegangan *Variable* yang nilai *output* dapat diubah-ubah sehingga kecepatan motor pada konveyor bisa diatur sesuai dengan kebutuhan, dan terakhir adalah tegangan simetris +12 Volt dan -12 Volt untuk menyuplai *Comparator* dan 1 sensor *Pusher*. *Transformator* yang digunakan adalah jenis *CT* karena *Comparator* membutuhkan tegangan simetris, sedangkan untuk arus maksimal yang dikeluarkan oleh *transformator* sebesar 5 *Ampere*. Pengukuran Pertama dilakukan sebelum *IC Comparator* dipasang dan sebelum *wiring* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Cara Pengukuran

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa data *output* dari *power supply* baik itu *output power supply* saat tidak berbeban dan *output power supply* yang sudah terbeban. Pada Tabel 4.1 terlihat hasil pengukuran tegangan *power supply* sebelum melakukan *wiring* ke *plant*.

Tabel 4.1 *Output Power Supply* Sebelum *Wiring*

| <i>Output Power Supply</i> (sebelum <i>wiring</i>) | Output Tanpa Beban (V) | Persentase kesalahan rata- rata (%) |
|---|-----------------------------------|--|
| +12 <i>Pusher</i> | 11,9 | 0,84 |
| +12 <i>Comparator</i> | 12,3 | -2,5 |
| -12 <i>Comparator</i> | -12,2 | -1,6 |
| <i>Variable</i> | <i>Adjustable</i> | |
| +24 | 24 | 0 |

Dan saat *wiring* telah dilakukan ke *plant* maka *output* tegangannya seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Output Power Supply* Setelah *Wiring*

| <i>Output Power Supply</i> (setelah <i>wiring</i>) | Output Tanpa Beban (V) | Output Dengan Beban (V) |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| +12 <i>Pusher</i> | 11,4 | 11,3 |
| +12 <i>Comparator</i> | 12 | 11,9 |
| -12 <i>Comparator</i> | -11,9 | -11,9 |
| <i>Variable</i> | <i>Adjustable</i> | |
| +24 | 23,2 | 23,1 |

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, saat *power supply* belum mendapatkan beban maka perhitungan kesalahan bisa dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persentase Kesalahan *Power Supply* Tanpa Beban

| Data secara teori | Output Tanpa Beban (V) | Persentase kesalahan rata-rata (%) |
|--------------------------|-----------------------------------|---|
| +12 <i>Pusher</i> | 11,4 | 5,00% |
| +12 <i>Comparator</i> | 12,2 | -1,6% |
| -12 <i>Comparator</i> | -11,2 | -1,6% |

Tabel 4.3 Persentase Kesalahan *Power Supply* Tanpa Beban Lanjutan

| Data secara teori | Output Tanpa Beban (V) | Persentase kesalahan rata-rata (%) |
|-------------------|------------------------|------------------------------------|
| <i>Variable</i> | <i>Adjustable</i> | |
| +24 | 23,2 | 3,34% |

Persentase kesalahan saat *power supply* dengan beban terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Persentase Kesalahan *Power Supply* Dengan Beban

| Data secara teori | Output Dengan Beban (V) | Persentase kesalahan rata-rata (%) |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|
| +12 <i>Pusher</i> | 11,3 | 5,80% |
| +12 <i>Comparator</i> | 12 | 0% |
| -12 <i>Comparator</i> | -11,9 | 0,84% |
| <i>Variable</i> | <i>Adjustable</i> | |
| +24 | 23,1 | 3,75% |

Dari data yang telah diperoleh saat *power supply* belum dilakukan *wiring* ke *plant* tegangan *output* relatif besar, namun saat *wiring* telah dilakukan ada *drop* tegangan sebesar 5% untuk *power supply Pusher*, 0% *VCC Comparator*, 0,84% *VEE Comparator* dan 3,34% tegangan 24 *Volt* terhadap tegangan yang diharapkan. Hal ini dipengaruhi oleh rangkaian, kualitas komponen dan kondisi lingkungan. Selain itu juga dipengaruhi oleh *wiring* dan *looping* rangkaian sensor dan *Comparator*.

4.2 Pengujian *Output Sensor*

Pengujian *Output sensor* ini melakukan hasil pengukuran dan menghitung nilai persentase kesalahan *output* terhadap tegangan *power supply* dan menghitung nilai kesalahan *output* sensor terhadap data secara teori. Hasil pengujian dari masing-masing sensor dapat dilihat *output* tegangannya pada Tabel 4.5. Dilihat dari hasilnya saat sensor tidak terhalang maka tegangan output dari sensor sangat kecil sedangkan saat sensor terhalang nilai akan sama dengan tegangan output dari Power Supply. Pada keadaan seperti tersebut maka pembacaan *PLC* saat sensor tidak terhalang adalah “0” dan pada saat sensor terhalang maka keadaan “1”.

Tabel 4.5 Pengujian *Output* Sensor

| Sensor | Saat tidak ada barang(tidak terhalang) | Saat ada barang (terhalang) |
|--------|--|-----------------------------|
| 1 | 0,1 Volt | 23,1 Volt |
| 2 | 0,1 Volt | 23,1 Volt |
| 3 | 0,2 Volt | 23,1 Volt |
| 4 | 0,1 Volt | 23,1 Volt |
| 5 | 0,3 Volt | 23,1 Volt |
| 6 | 0 Volt | 23,1 Volt |
| 7 | 0,4 Volt | 23,1 Volt |
| 8 | 0 Volt | 23,1 Volt |

Setelah mengetahui *output* tegangan dari sensor dan saat dibandingkan dengan nilai *ouput* pada *power supply* maka terjadi persentase kesalahan yang terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Persentase Kesalahan *Output* Sensor

| <i>Output</i> sensor (Volt) | Persentase kesalahan terhadap teori | Persentase kesalahan terhadap <i>power supply</i> (setelah <i>wiring</i>) |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| | | |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |
| -23,1 | 3,75% | 0,004% |

Dari pengujian *output* sensor bisa dilihat jika *output* secara keseluruhan memiliki tegangan yang sama yang membedakan adalah kondisi sensor saat *off*. Saat *off* sensor memiliki nilai tegangan yang berbeda-beda.

4.3 Pengujian *Limit Switch*

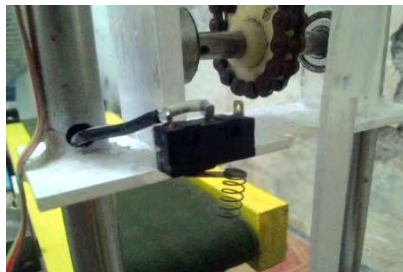
Pengujian pada *limit switch* dilakukan dengan cara menekan *limit switch* kemudian memeriksa sambungan antara *common* dan

NO (Normally Open) untuk mengetahui *limit switch* bekerja dengan baik. Apabila ditekan maka sambungan antara *NO* dan *common* akan *short*. Dari hasil pengujian *limit switch* yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengujian *Limit Switch*

| <i>Limit Switch</i> | Sambungan Antara <i>Common</i> dan <i>NO</i> | Tegangan (Volt) |
|------------------------|---|-----------------|
| <i>Lift</i> atas | <i>Short</i> | 23,1 |
| <i>Lift</i> bawah | <i>Short</i> | 23,1 |
| <i>Pusher</i> depan | <i>Short</i> | 23,1 |
| <i>Pusher</i> belakang | <i>Short</i> | 23,1 |

Dari analisa yang telah dibuat saat *lift* menyentuh *limit switch* atas maka konveyor akan mati, namun masih terjadi sisa torsi dari motor, hal ini dikarenakan perbandingan kecepatan motor dan kecepatan untuk menggerakkan *lift* sangat besar. Dari pengukuran yang telah dilakukan sisa torsi motor bisa menyebabkan *lift* bergerak 4mm saat naik dan 6mm saat turun. Saat *lift* sisa torsi yang di timbulkan lebih besar, karena beban sangat kecil dibandingkan saat *lift* naik. Hal ini dikarenakan saat *lift* naik *lift* akan melawan gaya gravitasi dan akan mengangkat beban, sedangkan saat *lift* turun, *lift* akan searah dengan arah gravitasi sehingga pada saat *lift* akan lebih ringan dan menyisakan torsi yang lebih besar. Untuk mengurangi sisa torsi dari motor maka dipasang sebuah pegas pada ujung *limit switch* dengan jarak prediksi antara 4-6mm, hal ini bertujuan untuk mengurangi sisa torsi yang ditimbulkan. Pemasangan pegas pada *limit switch* untuk mengurangi sisa torsi motor terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pegas pada *Limit Switch*

4.4 Pengujian *Driver Motor*

Pengujian *driver motor* ini terdapat 3 jenis *driver* yang berbeda, 1 *driver* putar kanan dan kiri dengan *common* tegangan 24 *Volt* untuk *lift*, 1 motor putar kanan dan kiri dengan *common* 12 *Volt* untuk *Pusher* dan 4 *driver* untuk menggerakkan *belt* konveyor. Untuk pengujian *driver motor* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengujian *Driver Motor*

| <i>Driver Motor</i> | Tegangan <i>Output</i> | | Arus (<i>Amp</i>) |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Putar Kekanan | Putar Kekiri | |
| Konveyor 1 | <i>Adjustable</i> | | 0,6 |
| Konveyor 2 | | | 0,6 |
| Konveyor 3 | | | 0,7 |
| Konveyor 4 | | | 0,6 |
| <i>Lift</i> Naik | 23 | | 0,9 |
| <i>Lift</i> Turun | | -23,1 | 0,7 |
| <i>Pusher</i> Maju | 11,3 | | 0,6 |
| <i>Pusher</i> Mundur | | -1,4 | 0,6 |

4.5 Pengujian Koneksi ke *PLC*

Pengujian koneksi ke *PLC* terbagi menjadi 2 bagian, pengujian pada bagian *input* dan juga pengujian pada *output PLC*. Setelah itu mencoba menghubungkan *output* sensor dengan *input PLC* dan menghubungkan *output PLC* dengan *driver* untuk menjalankan konveyor. Dalam pengujiannya menggunakan sebuah *ladder* sederhana untuk mengecek apakah koneksi *PLC* ke *driver* atau *PLC* ke sensor sudah benar. Untuk pengujian *input PLC* dapat dilihat pada Tabel 4.9. Pengujian *output PLC* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Pengujian *Input PLC*

| Alamat | Saat sensor terhalang | Saat sensor tidak terhalang |
|---------------|----------------------------------|--|
| X20 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X21 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X22 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X23 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X24 | <i>Low</i> | <i>High</i> |

Tabel 4.9 Pengujian *Input PLC* Lanjutan

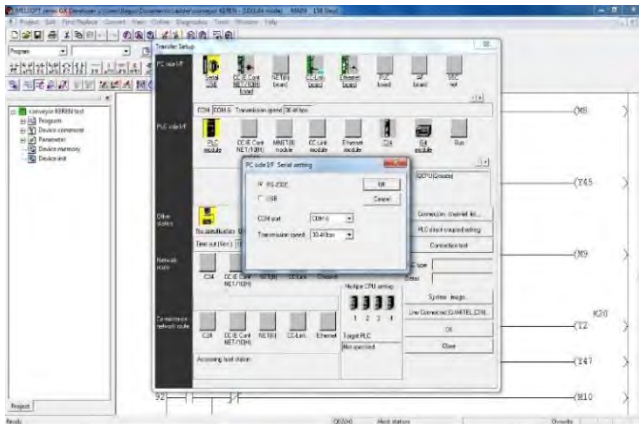
| Alamat | Saat sensor terhalang | Saat sensor tidak terhalang |
|---------------|------------------------------|------------------------------------|
| X25 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X26 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X27 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X28 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X29 | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X2A | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| X2B | <i>Low</i> | <i>High</i> |

Tabel 4.10 Pengujian *Output PLC*

| Alamat | <i>Logic Output</i> Sebelum <i>push button</i> ditekan | <i>Logic output</i> ketika <i>push button</i> ditekan |
|-----------------------------|---|--|
| Y40 (konveyor 4) | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| Y41 (<i>lift</i> turun) | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| Y42 (konveyor 3) | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| Y43 (<i>lift</i> naik) | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| Y44 (konveyor 2) | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| Y45 (<i>Pusher</i> maju) | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| Y46 (konveyor 1) | <i>Low</i> | <i>High</i> |
| Y47 (<i>Pusher</i> mundur) | <i>Low</i> | <i>High</i> |

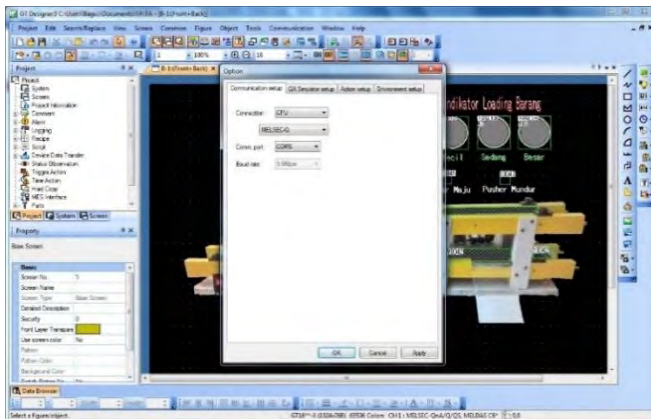
4.6 Analisa Koneksi *USB to RS 232 Converter* ke *PLC*

Ladder diagram untuk memprogram *PLC* dibuat pada *software GX Developer*. Untuk melakukan koneksi dari laptop ke *PLC* harus menggunakan *USB to serial converter* dikarenakan tidak mendukung *port serial*. Jika menggunakan *BAFO USB to RS 232 converter* untuk koneksi dari laptop ke *PLC*, *transmission speed* program dari *software GX Developer* ke *PLC* maksimal 38,4 Kbps. *Setting* koneksi *GX Developer* ke *CPU PLC Mitsubishi Q02H* terlihat pada Gambar 4.3. kecepatan transfer speed yang digunakan pada *USB to RS 232 Converter* ini sangat rendah jika dibandingkan dengan menggunakan *RS 232* pada komputer yang kecepatan transfer datanya mencapai 115,2 Kbps. Hal ini sangat dipengaruhi dengan kualitas *USB to RS 232 Converter* yang digunakan.



Gambar 4.3 Koneksi GX Developer ke CPU Q02H

Untuk proses simulasi alat menggunakan simulasi berupa panel indikator yang dibuat pada software *GT Designer*. Proses simulasi program cenderung terlambat dari proses yang sebenarnya. Hal ini disebabkan oleh kecepatan transfer data yang rendah. Namun, jika menggunakan *Personal Computer* yang ada di Laboratorium PLC AA-103 dengan koneksi RS 232, *baud rate* dapat menggunakan kecepatan maksimal 115,2 Kbps. Koneksi GT Designer ke CPU Q02H terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Koneksi GT Designer ke CPU Q02H

4.7 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan meliputi pengujian *lift*, *Pusher* dan masing-masing konveyor yang digunakan serta pengujian yang telah dilakukan terhadap sensor dan *driver* motor. Untuk Gambar alat yang telah diuji dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Bentuk Alat Keseluruhan

Perangkat mekanik merupakan miniatur konveyor yang terdiri dari konveyor pendeteksi ketinggian barang, konveyor pengangkut atau konveyor distribusi, sensor deteksi barang, *limit switch* serta 5 motor DC yang sudah dipasang pada masing-masing konveyor. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 buah tombol *push button* sebagai tombol *start stop* untuk menjalankan dan mematikan konveyor. Pada saat tombol *start* ditekan, program akan menjalankan sistem dan menjalankan perintah-perintah yang ada pada *ladder diagram*. Dan pada saat tombol *stop* ditekan, maka sistem seluruhnya akan berhenti.

Saat sensor 1, 2 dan 3 mendeteksi barang maka barang akan dideteksi kecil, sedang ataupun besar. Saat barang terdeteksi dengan ukuran yang kecil maka sensor 2 akan aktif dan menjalankan konveyor 2, saat barang mengenai sensor 5 maka konveyor 2 akan mati kemudian *lift* akan naik sampai menyentuh *limit switch* atas untuk mematikan *lift*. Setelah itu konveyor 4 akan bekerja sehingga barang yang semula di konveyor 3 akan di pindahkan ke konveyor 4. Konveyor 4 akan berhenti jika barang telah melewati sensor 8 dengan waktu 4 detik setelah barang melewati sensor maka konveyor

4 akan berhenti. Pada saat yang bersamaan saat konveyor 4 bekerja, *lift* dengan waktu 3 detik setelah mencapai *limit switch* atas akan kembali kebawah dan mati saat menyentuh *limit switch* bawah.

Jika sensor mendeteksi ukuran sedang maka sensor 2 dan sensor 3 akan aktif, kemudian akan mengaktifkan konveyor 2, setelah konveyor mencapai sensor 5 maka konveyor 3 akan bekerja sampai barang terdeteksi oleh sensor 6. Pada saat konveyor mati karena sensor 6 maka *Pusher* akan bergerak maju mendorong barang sampai *limit switch* belakang tersentuh dan setelah 2 detik *Pusher* akan kembali ke belakang sampai menyentuh *limit switch* depan. Dan saat sensor mendeteksi barang besar maka sensor 2, 3 dan 4 akan aktif, kemudian mengaktifkan konveyor 4. Setelah barang terdeteksi oleh sensor 5 maka konveyor 3 akan aktif hingga sensor 7 mendeteksi barang dan setelah 4 detik maka konveyor 3 akan mati.

BAB V

PENUTUP

Bab penutup berisi tentang kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan Tugas Akhir ini beserta saran untuk perbaikan dan pengembangannya.

5.1 Kesimpulan

Hasil dari pengujian serta analisa data dari Mesin Pengelompok Barang Berdasarkan Ketinggian dan Konveyor Pengangkut Menggunakan *PLC* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem sensor keadaan yang memanfaatkan inframerah dan *photodiode* dengan menggunakan pantulan cahaya pada sensor *pusher* memiliki kepekaan yang berbeda tergantung objeknya.
2. Jika menggunakan *BAFO USB to RS 232 converter*, untuk *transmission speed* program dari *GX Developer* ke *PLC* maksimal 38,4 Kbps.
3. Pada saat mensimulasikan panel indikator pada *GT Designer*, simulasi program cenderung terlambat dari proses yang ada. Hal ini disebabkan oleh kecepatan transfer data yang rendah.
4. Jika menggunakan *Personal Computer* yang ada di Laboratorium *PLC AA-103* dengan koneksi *RS 232*, *baud rate* dapat menggunakan kecepatan maksimal 115,2 Kbps.

5.2 Saran

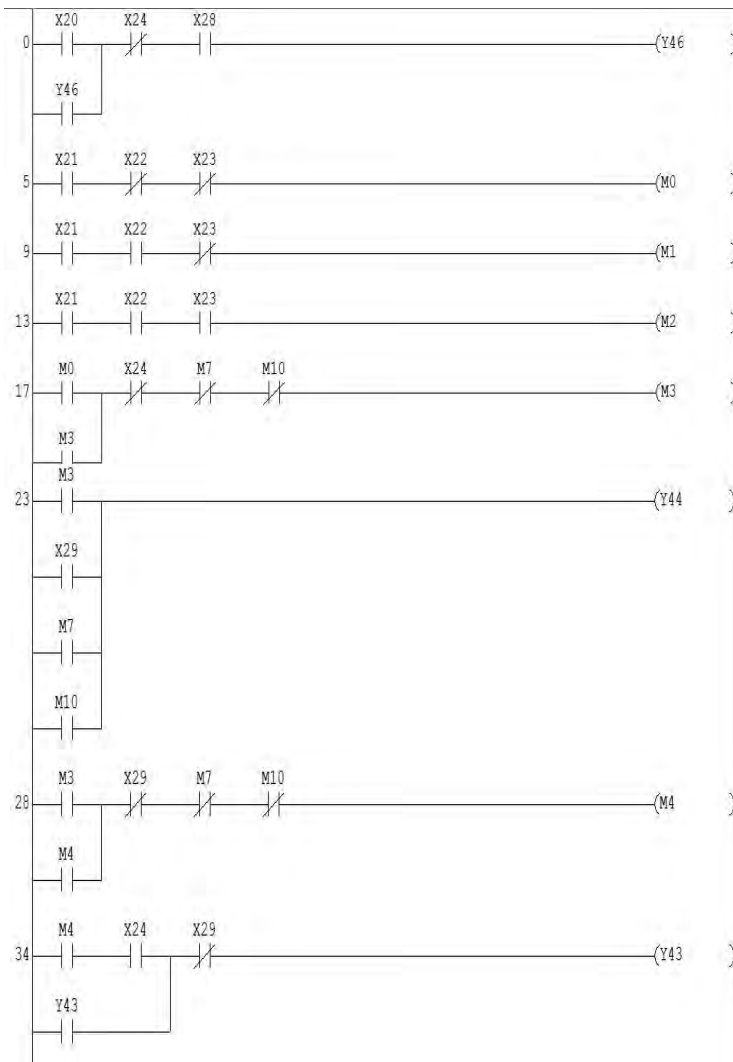
Untuk pengembangan dan penyempurnaan dari Mesin Pengelompok Barang Berdasarkan Ketinggian dan Konveyor Pengangkut Menggunakan *PLC*, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut :

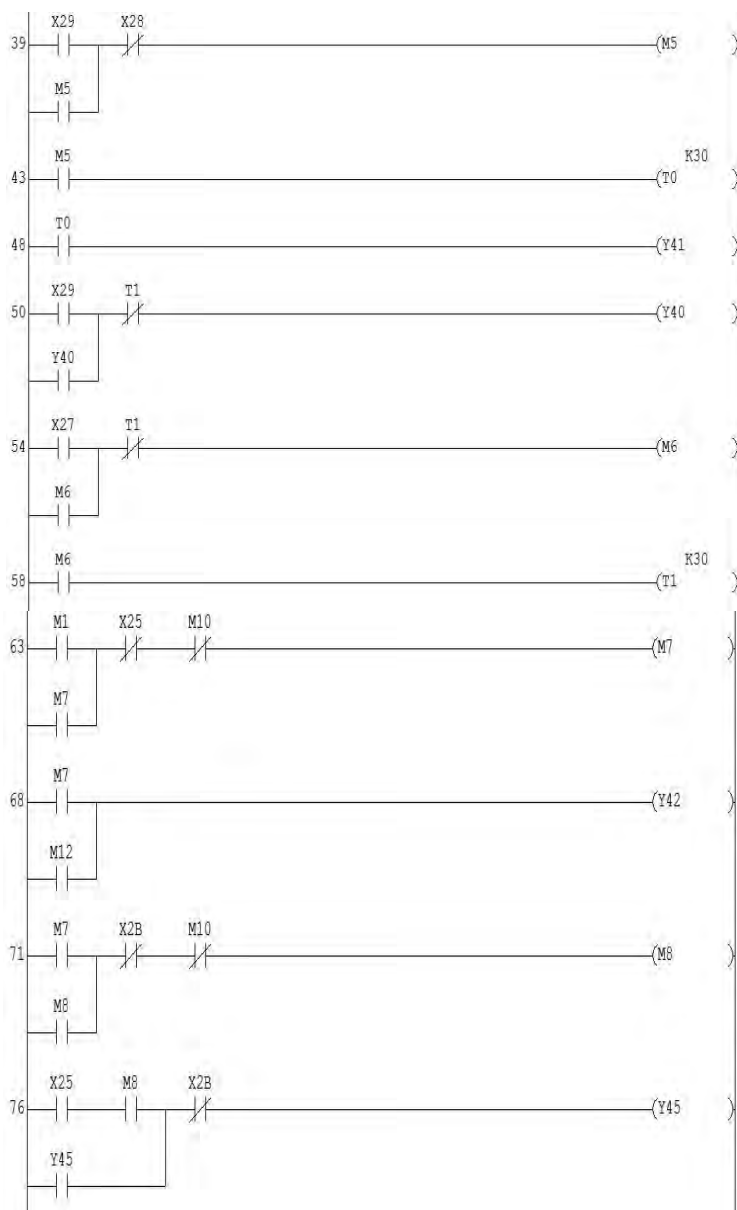
1. Menggunakan *Image Pocessing* untuk mendeteksi barang sehingga deteksi barang lebih optimal dengan berbagai macam ketinggian.
2. Pada konveyor distribusi dapat ditambahkan tambahan sensor deteksi barang rusak sehingga proses pengelompokan barang bisa menyisahkan barang yang tidak sesuai dengan standar.

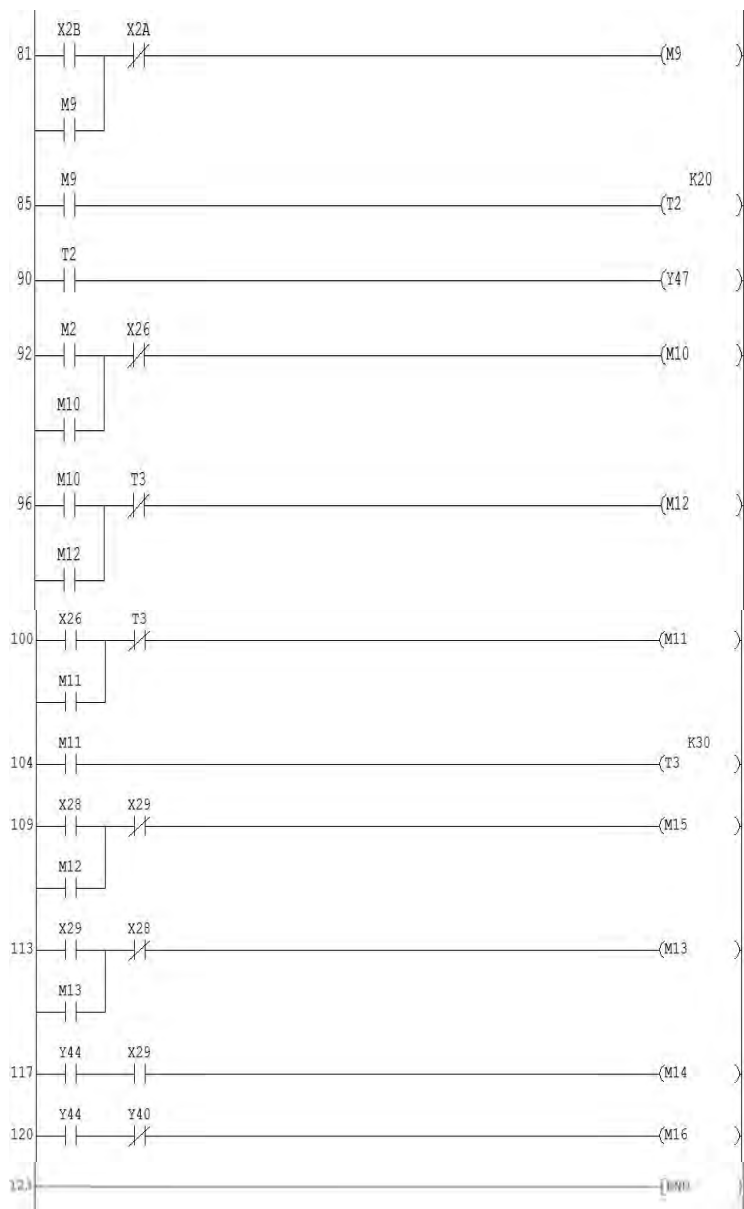
Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A PROGRAM *LADDER*

Program *Ladder* PLC







Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN B DATASHEET

1.1 Program

Taking PLC as a control ladder, PLC can be described by an input ladder, output ladder, and internal sequential operation.

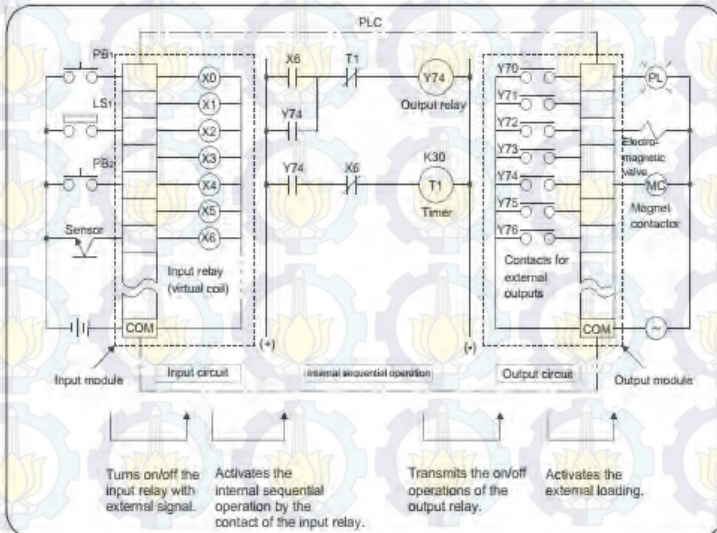
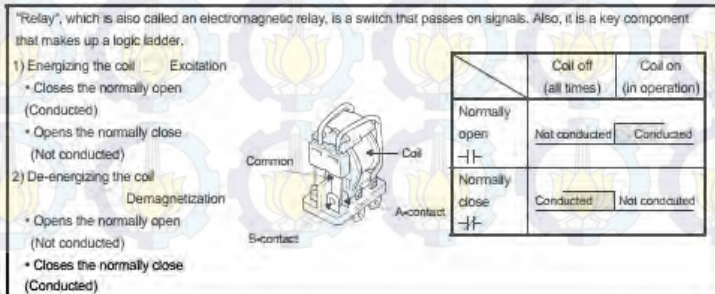


Figure 1.1 PLC Configuration

The PLC is an assembly of relays and timers/counters as well as an electronic device centered around a microprocessor.

As in figure 1.1, internal sequential operation is performed by turning on/off the coil by connecting the normally open and normally close serially or in parallel.



(3) Basic configuration of the PLC system

The actual configuration of the PLC is explained below using the building-block type.

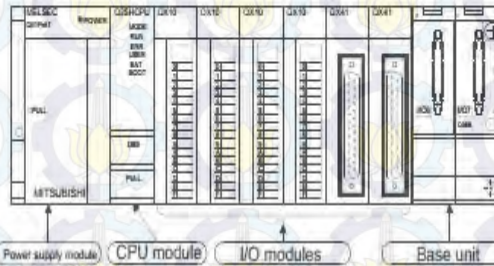
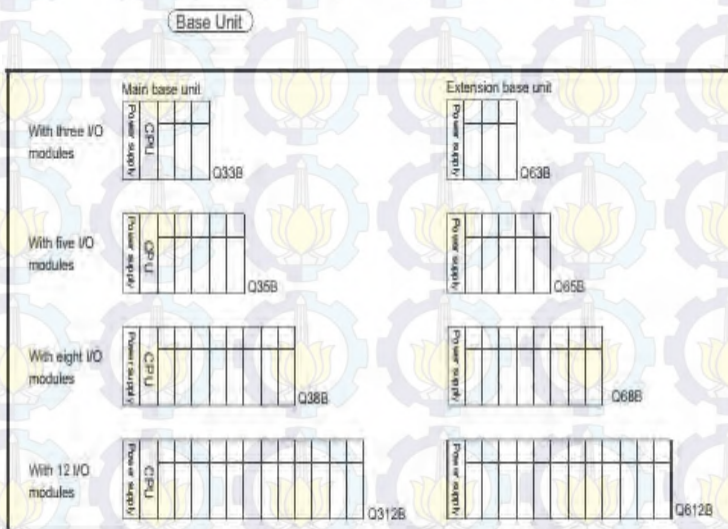


Figure 1.3 MELSEC-Q Module Configuration



- The main roles of the base unit are; to attach the power supply module, CPU module, and I/O modules securely, to supply 5VDC power from the power supply module to the CPU module and I/O modules, and to transmit the control signals to each module.
- Q00JCPU, which is all-in-one power supply base, is available for the basic model CPU.

1.4 External I/O Signals and I/O Numbers

(1) Wiring of I/O devices

The signals from external input devices are substituted by the input numbers, which is determined by the fixing points and port numbers of the connected input module, and are dealt with in the program.

The operation result output (coil) uses the output numbers that are determined by the fixing points and port numbers of the output module that is connected to the external output devices.

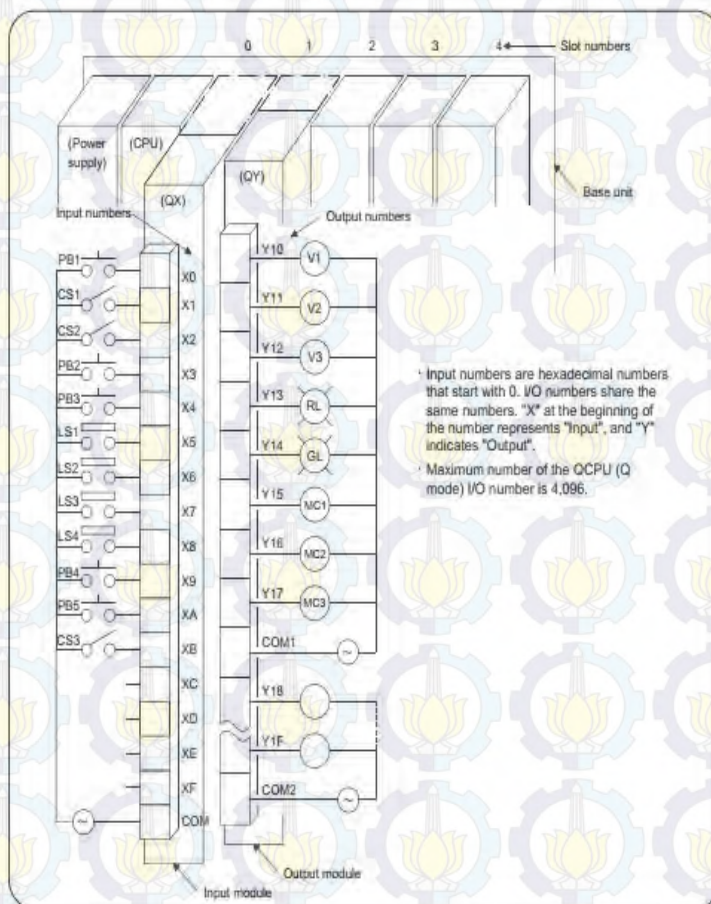
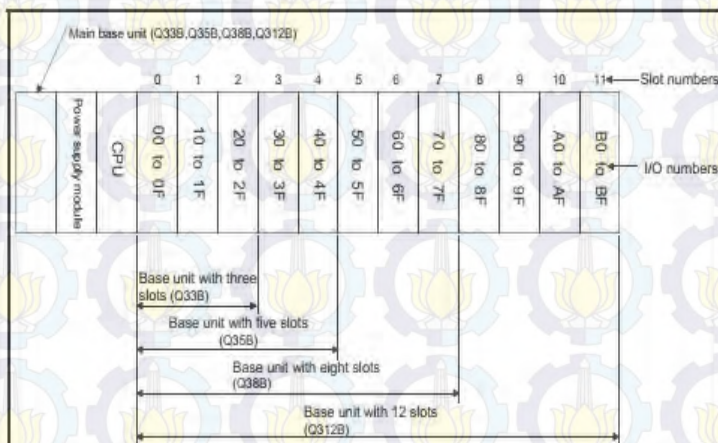


Figure 1.4 Wiring of I/O devices

(2) I/O numbers of the main base unit

The I/O numbers of the I/O modules that are attached to the main base unit are assigned as follows. This concept applies both to the I/O modules and to the intelligent function module.



- The I/O numbers of one slot (one module) is assigned in ascending order in units of 16 points. (0 to F_H)
- The status that 16-point module is attached to each slot is considered as a standard.
- For example, the I/O numbers when 32-point module is attached to the fifth slot is as shown below.



- The vacant slot (The slot with no I/O modules installed) is also assigned with the I/O numbers.
- For example, if the third slot is vacant, the I/O numbers are assigned as described below. (Default)
- The number of assigned point is changeable depending on the setting.



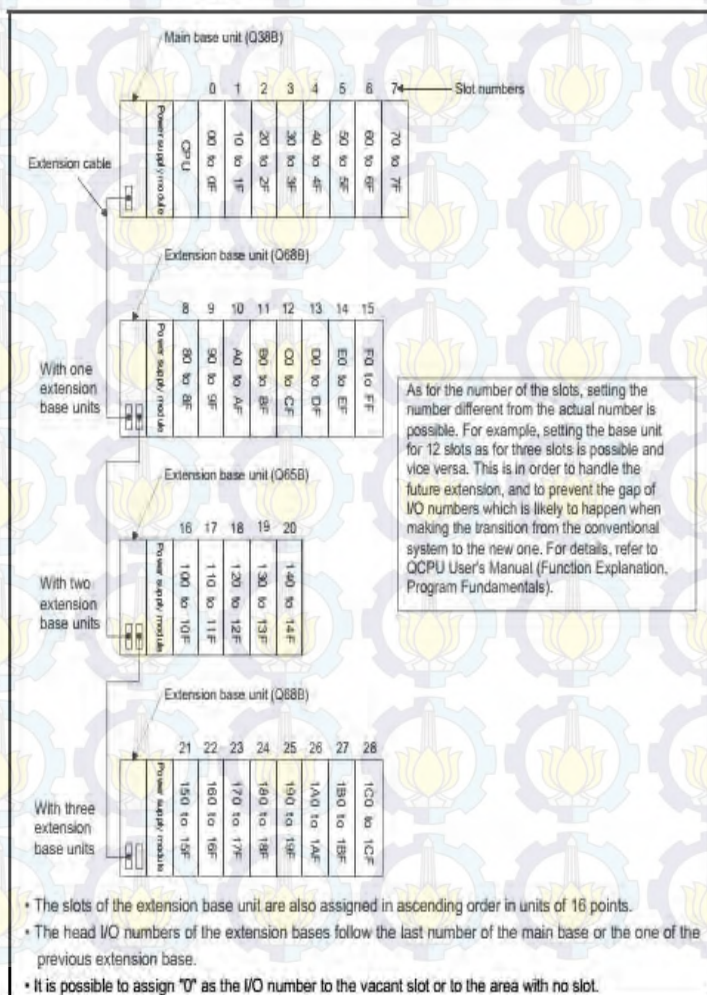
- As for the multiple CPU configuration (Two to four CPUs), the I/O numbers are assigned from the slot next to the one to which a CPU is attached.

(3) I/O numbers of the extension base unit

Connect the extension base unit when the required number of the slots exceeds the number of the slots of the main base unit.

The I/O numbers are assigned as follows by default.

This concept applies both to the I/O modules and to the intelligent function module.



2 INPUT MODULE SPECIFICATIONS

MELSEC-Q


2.7 QX42 DC Input Module (Positive Common Type)

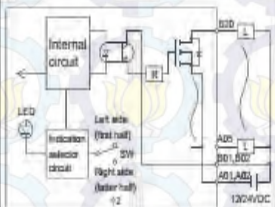

| Specifications | Type | DC Input Module (Positive Common Type) | Appearance |
|---|-----------|--|------------|
| Number of input points | | QX42 64 points | |
| Isolation method | | Photocoupler | |
| Rated input voltage | | 24VDC (+20/-15%, ripple ratio within 5%) | |
| Rated input current | | Approx. 4mA | |
| Input derating | | Refer to the derating chart. | |
| ON voltage/ON current | | 19V or higher/3mA or higher | |
| OFF voltage/OFF current | | 11V or lower/1.7mA or lower | |
| Input impedance | | Approx. 5.6k Ω | |
| Response time | OFF to ON | 1ms/5ms/10ms/20ms/70ms or less (CPU parameter setting) \approx 1 Initial setting is 10ms. | |
| | ON to OFF | 1ms/5ms/10ms/20ms/70ms or less (CPU parameter setting) \approx 1 Initial setting is 10ms. | |
| Dielectric withstand voltage | | 560VAC rms/3 cycles (altitude 2000m (6557.38ft.)) | |
| Insulation resistance | | 10M Ω or more by insulation resistance tester | |
| Noise immunity | | By noise simulator of 500V/p-p noise voltage, 1 μ s noise width and 25 to 60Hz noise frequency | |
| | | First transient noise IEC61000-4-4: 1kV | |
| Protection of degree | | IP2X | |
| Common terminal arrangement | | 32 points/common (common terminal: 1B01, 1B02, 2B01, 2B02) | |
| Number of I/O points | | 64 (I/O allocation is set as a 32-points input module) | |
| Operation indicator | | ON indication (LED), 32 point switch-over using switch | |
| External connections | | 40-pin connector | |
| Applicable wire size | | 0.3mm ² (For A6CON1 or A6CON4) \approx 4 | |
| External wiring connector | | A6CON1, A6CON2, A6CON3, A6CON4 (optional) | |
| Applicable connector/terminal block conversion module | | A6TBXY36, A6TBXY54, A6TBX70 | |
| 5VDC internal current consumption | | 90mA (TYP. all points ON) | |
| Weight | | 0.18kg | |

| Derating Chart | | Pin-Outs | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|--|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|-----|------|--------|------|-----|------|--------|------|-----|------|--------|------|-----|------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>ON ratio</p> <p>Ambient temperature</p> <p>External Connections</p> <p>The above diagram shows the first half of 32 points (F). The latter half of 32 points (L) are similar.</p> | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pin No.</th> <th>Signal No.</th> <th>Pin No.</th> <th>Signal No.</th> <th>Pin No.</th> <th>Signal No.</th> <th>Pin No.</th> <th>Signal No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1B20</td><td>X00</td><td>1A20</td><td>X10</td><td>2B20</td><td>X20</td><td>2A20</td><td>X30</td></tr> <tr><td>1B19</td><td>X01</td><td>1A19</td><td>X11</td><td>2B19</td><td>X21</td><td>2A19</td><td>X31</td></tr> <tr><td>1B18</td><td>X02</td><td>1A18</td><td>X12</td><td>2B18</td><td>X22</td><td>2A18</td><td>X32</td></tr> <tr><td>1B17</td><td>X03</td><td>1A17</td><td>X13</td><td>2B17</td><td>X23</td><td>2A17</td><td>X33</td></tr> <tr><td>1B16</td><td>X04</td><td>1A16</td><td>X14</td><td>2B16</td><td>X24</td><td>2A16</td><td>X34</td></tr> <tr><td>1B15</td><td>X05</td><td>1A15</td><td>X15</td><td>2B15</td><td>X25</td><td>2A15</td><td>X35</td></tr> <tr><td>1B14</td><td>X06</td><td>1A14</td><td>X16</td><td>2B14</td><td>X26</td><td>2A14</td><td>X36</td></tr> <tr><td>1B13</td><td>X07</td><td>1A13</td><td>X17</td><td>2B13</td><td>X27</td><td>2A13</td><td>X37</td></tr> <tr><td>1B12</td><td>X08</td><td>1A12</td><td>X18</td><td>2B12</td><td>X28</td><td>2A12</td><td>X38</td></tr> <tr><td>1B11</td><td>X09</td><td>1A11</td><td>X19</td><td>2B11</td><td>X29</td><td>2A11</td><td>X39</td></tr> <tr><td>1B10</td><td>X0A</td><td>1A10</td><td>X1A</td><td>2B10</td><td>X2A</td><td>2A10</td><td>X3A</td></tr> <tr><td>1B09</td><td>X0B</td><td>1A09</td><td>X1B</td><td>2B09</td><td>X2B</td><td>2A09</td><td>X3B</td></tr> <tr><td>1B08</td><td>X0C</td><td>1A08</td><td>X1C</td><td>2B08</td><td>X2C</td><td>2A08</td><td>X3C</td></tr> <tr><td>1B07</td><td>X0D</td><td>1A07</td><td>X1D</td><td>2B07</td><td>X2D</td><td>2A07</td><td>X3D</td></tr> <tr><td>1B06</td><td>X0E</td><td>1A06</td><td>X1E</td><td>2B06</td><td>X2E</td><td>2A06</td><td>X3E</td></tr> <tr><td>1B05</td><td>X0F</td><td>1A05</td><td>X1F</td><td>2B05</td><td>X2F</td><td>2A05</td><td>X3F</td></tr> <tr><td>1B04</td><td>Vacant</td><td>1A04</td><td>Vacant</td><td>2B04</td><td>Vacant</td><td>2A04</td><td>Vacant</td></tr> <tr><td>1B03</td><td>Vacant</td><td>1A03</td><td>Vacant</td><td>2B03</td><td>Vacant</td><td>2A03</td><td>Vacant</td></tr> <tr><td>1B02</td><td>COM</td><td>1A02</td><td>Vacant</td><td>2B02</td><td>COM</td><td>2A02</td><td>Vacant</td></tr> <tr><td>1B01</td><td>COM</td><td>1A01</td><td>Vacant</td><td>2B01</td><td>COM</td><td>2A01</td><td>Vacant</td></tr> </tbody> </table> | | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | 1B20 | X00 | 1A20 | X10 | 2B20 | X20 | 2A20 | X30 | 1B19 | X01 | 1A19 | X11 | 2B19 | X21 | 2A19 | X31 | 1B18 | X02 | 1A18 | X12 | 2B18 | X22 | 2A18 | X32 | 1B17 | X03 | 1A17 | X13 | 2B17 | X23 | 2A17 | X33 | 1B16 | X04 | 1A16 | X14 | 2B16 | X24 | 2A16 | X34 | 1B15 | X05 | 1A15 | X15 | 2B15 | X25 | 2A15 | X35 | 1B14 | X06 | 1A14 | X16 | 2B14 | X26 | 2A14 | X36 | 1B13 | X07 | 1A13 | X17 | 2B13 | X27 | 2A13 | X37 | 1B12 | X08 | 1A12 | X18 | 2B12 | X28 | 2A12 | X38 | 1B11 | X09 | 1A11 | X19 | 2B11 | X29 | 2A11 | X39 | 1B10 | X0A | 1A10 | X1A | 2B10 | X2A | 2A10 | X3A | 1B09 | X0B | 1A09 | X1B | 2B09 | X2B | 2A09 | X3B | 1B08 | X0C | 1A08 | X1C | 2B08 | X2C | 2A08 | X3C | 1B07 | X0D | 1A07 | X1D | 2B07 | X2D | 2A07 | X3D | 1B06 | X0E | 1A06 | X1E | 2B06 | X2E | 2A06 | X3E | 1B05 | X0F | 1A05 | X1F | 2B05 | X2F | 2A05 | X3F | 1B04 | Vacant | 1A04 | Vacant | 2B04 | Vacant | 2A04 | Vacant | 1B03 | Vacant | 1A03 | Vacant | 2B03 | Vacant | 2A03 | Vacant | 1B02 | COM | 1A02 | Vacant | 2B02 | COM | 2A02 | Vacant | 1B01 | COM | 1A01 | Vacant | 2B01 | COM | 2A01 | Vacant |
| Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B20 | X00 | 1A20 | X10 | 2B20 | X20 | 2A20 | X30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B19 | X01 | 1A19 | X11 | 2B19 | X21 | 2A19 | X31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B18 | X02 | 1A18 | X12 | 2B18 | X22 | 2A18 | X32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B17 | X03 | 1A17 | X13 | 2B17 | X23 | 2A17 | X33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B16 | X04 | 1A16 | X14 | 2B16 | X24 | 2A16 | X34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B15 | X05 | 1A15 | X15 | 2B15 | X25 | 2A15 | X35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B14 | X06 | 1A14 | X16 | 2B14 | X26 | 2A14 | X36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B13 | X07 | 1A13 | X17 | 2B13 | X27 | 2A13 | X37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B12 | X08 | 1A12 | X18 | 2B12 | X28 | 2A12 | X38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B11 | X09 | 1A11 | X19 | 2B11 | X29 | 2A11 | X39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B10 | X0A | 1A10 | X1A | 2B10 | X2A | 2A10 | X3A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B09 | X0B | 1A09 | X1B | 2B09 | X2B | 2A09 | X3B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B08 | X0C | 1A08 | X1C | 2B08 | X2C | 2A08 | X3C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B07 | X0D | 1A07 | X1D | 2B07 | X2D | 2A07 | X3D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B06 | X0E | 1A06 | X1E | 2B06 | X2E | 2A06 | X3E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B05 | X0F | 1A05 | X1F | 2B05 | X2F | 2A05 | X3F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B04 | Vacant | 1A04 | Vacant | 2B04 | Vacant | 2A04 | Vacant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B03 | Vacant | 1A03 | Vacant | 2B03 | Vacant | 2A03 | Vacant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B02 | COM | 1A02 | Vacant | 2B02 | COM | 2A02 | Vacant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1B01 | COM | 1A01 | Vacant | 2B01 | COM | 2A01 | Vacant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

\approx 1: For the setting method, refer to the section 1.3.1

3.6 QY42P Transistor Output Module (Sink Type)

| Type | | Transistor Output Module (Sink Type) | |
|---|-----------|--|---|
| Specifications | | QY42P | Appearance |
| Number of output points | | 64 points |  |
| Isolation method | | Photocoupler | |
| Rated load voltage | | 12-24VDC (+20/-15%) | |
| Maximum load current | | 0.1A/point, 2A/common | |
| Maximum inrush current | | 0.7A, 10ms or less | |
| Leakage current at OFF | | 0.1mA or less | |
| Maximum voltage drop at ON | | 0.1VDC (TYP.) 0.1A, 0.2VDC (MAX.) 0.1A | |
| Response time | OFF to ON | 1ms or less | |
| | ON to OFF | 1ms or less (rated load, resistive load) | |
| Surge suppressor | | Zener diode | |
| Fuse | | No | |
| External supply power | Voltage | 12-24VDC (+20/-15%) (ripple ratio within 5%) | |
| | Current | 20mA (at 24VDC)/common | |
| Dielectric withstand voltage | | 500VAC rms/3 cycles (altitude 2000m (6557.38ft.)) | |
| Insulation resistance | | 10M Ω or more by insulation resistance tester | |
| Noise immunity | | By noise simulator of 500V-p noise voltage, 1 μ s noise width and 25 to 60Hz noise frequency | |
| | | First transient noise IEC61000-4-4: 1kV | |
| Protection of degree | | IP2X | |
| Common terminal arrangement | | 32 points/common (common terminal: 1A01, 1A02, 2A01, 2A02) | |
| Number of I/O points | | 64 (I/O allocation is set as a 64-points output module) | |
| Protection function | | Yes (thermal protection, short circuit protection) | |
| | | • Thermal protection is activated in increments of 1 point. • Short circuit protection is activated in increments of 1 point. | |
| Operation indicator | | ON indication (LED), 32 point switch-over using switch | |
| External connections | | 40-pin connector | |
| Applicable wire size | | 0.3mm ² (For A6CON1 or A6CON4) \approx 3 | |
| External wiring connector | | A6CON1, A6CON2, A6CON3, A6CON4 (optional) | |
| Applicable connector/terminal block conversion module | | A6TBXY36, A6TBXY54 | |
| 5VDC internal current consumption | | 150mA (TYP. all points ON) | |
| Weight | | 0.17kg | |

| External Connections | | Pin-Outs | | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. | Pin No. | Signal No. |
|---|--|--|--|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
|  <p>The above diagram shows the first half of 32 points (F). The latter half of 32 points (L) are similar.</p> | |  <p>Module front view</p> | | 1B20 | Y00 | 1A20 | Y10 | 2B20 | Y20 | 2A20 | Y30 |
| | | | | 1B19 | Y01 | 1A19 | Y11 | 2B19 | Y21 | 2A19 | Y31 |
| | | | | 1B18 | Y02 | 1A18 | Y12 | 2B18 | Y22 | 2A18 | Y32 |
| | | | | 1B17 | Y03 | 1A17 | Y13 | 2B17 | Y23 | 2A17 | Y33 |
| | | | | 1B16 | Y04 | 1A16 | Y14 | 2B16 | Y24 | 2A16 | Y34 |
| | | | | 1B15 | Y05 | 1A15 | Y15 | 2B15 | Y25 | 2A15 | Y35 |
| | | | | 1B14 | Y06 | 1A14 | Y16 | 2B14 | Y26 | 2A14 | Y36 |
| | | | | 1B13 | Y07 | 1A13 | Y17 | 2B13 | Y27 | 2A13 | Y37 |
| | | | | 1B12 | Y08 | 1A12 | Y18 | 2B12 | Y28 | 2A12 | Y38 |
| | | | | 1B11 | Y09 | 1A11 | Y19 | 2B11 | Y29 | 2A11 | Y39 |
| | | | | 1B10 | Y0A | 1A10 | Y1A | 2B10 | Y2A | 2A10 | Y3A |
| | | | | 1B09 | Y0B | 1A09 | Y1B | 2B09 | Y2B | 2A09 | Y3B |
| | | | | 1B08 | Y0C | 1A08 | Y1C | 2B08 | Y2C | 2A08 | Y3C |
| | | | | 1B07 | Y0D | 1A07 | Y1D | 2B07 | Y2D | 2A07 | Y3D |
| | | | | 1B06 | Y0E | 1A06 | Y1E | 2B06 | Y2E | 2A06 | Y3E |
| | | | | 1B05 | Y0F | 1A05 | Y1F | 2B05 | Y2F | 2A05 | Y3F |
| | | | | 1B04 | Vacant | 1A04 | Vacant | 2B04 | Vacant | 2A04 | Vacant |
| | | | | 1B03 | Vacant | 1A03 | Vacant | 2B03 | Vacant | 2A03 | Vacant |
| | | | | 1B02 | 12/24 VDC | 1A02 | COM1 | 2B02 | 12/24 VDC | 2A02 | COM2 |
| | | | | 1B01 | 12/24 VDC | 1A01 | COM1 | 2B01 | 12/24 VDC | 2A01 | COM2 |

7. CONNECTORS

The 40-pin connectors and 37-pin D-sub connectors used with the input and output modules are to be user-prepared.

The following tables list the connector types and applicable models, and introduce crimp-contact and pressure-displacement tools.

(1) 40-pin connectors

(a) 40-pin connectors

| Type | Model Name | Applicable Wire Size | Applicable Model |
|--------------------------------------|------------|--|--|
| Soldering type connector | A6CON1 | 0.3mm ² (AWG#22) | QX41, QX41-S1, QX42, QX42-S1, QX71, QX72, QX82, QY41P, QY42P, QY71, QH42P |
| Crimp-contact type connector | A6CON2 | AWG#24 to 28 | |
| Pressure-displacement type connector | A6CON3 | AWG#28 (twisted) AWG#30 (single wire) | |
| Soldering type connector | A6CON4 | 0.3mm ² (AWG#22) | |

(b) 40-pin connector crimp-contact and pressure-displacement tools

| Type | Model Name | Contact |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Crimp-contact tool | FCN-363T-T005/H | FUJITSU COMPONENT LIMITED |
| | FCN-367T-T012/H (locator plate) | |
| Pressure-displacement tool | FCN-707T-T001/H (cable cutter) | |
| | FCN-707T-T101/H (hand press) | |

(2) 37-pin D-sub connectors

(a) 37-pin D-sub connectors

| Type | Model Name | Applicable Wire Size | Applicable Model |
|--------------------------------------|------------|--|------------------|
| Soldering type connector | A6CON1E | 0.3mm ² (AWG#22) | QX81, QY81P |
| Crimp-contact type connector | A6CON2E | AWG#24 to 24 | |
| Pressure-displacement type connector | A6CON3E | AWG#28 (twisted) AWG#30 (single wire) | |

**2N3904****SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR**

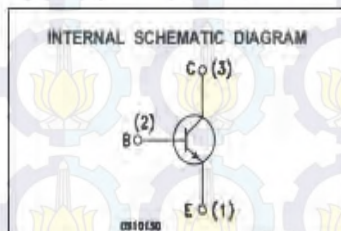
PRELIMINARY DATA

| Ordering Code | Marking | Package / Shipment |
|---------------|---------|--------------------|
| 2N3904 | 2N3904 | TO-92 / Bulk |
| 2N3904-AP | 2N3904 | TO-92 / Ammo-pack |

- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

APPLICATIONS

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

| Symbol | Parameter | Value | Unit |
|-----------|---|------------|------------------|
| V_{CB0} | Collector-Base Voltage ($I_E = 0$) | 60 | V |
| V_{CE0} | Collector-Emitter Voltage ($I_E = 0$) | 40 | V |
| V_{EB0} | Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$) | 6 | V |
| I_C | Collector Current | 200 | mA |
| P_{tot} | Total Dissipation at $T_C = 25^\circ\text{C}$ | 625 | mW |
| T_{stg} | Storage Temperature | +65 to 150 | $^\circ\text{C}$ |
| T_J | Max. Operating Junction Temperature | 150 | $^\circ\text{C}$ |

THERMAL DATA

| | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|-----|------|------|
| $R_{\theta JA}$ * | Thermal Resistance Junction-Ambient | Max | 200 | °C/W |
| $R_{\theta JC}$ * | Thermal Resistance Junction-Case | Max | 83.3 | °C/W |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

| Symbol | Parameter | Test Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|-----------------|--|---|-----------------------------|------|--------------|--------|
| I_{CEX} | Collector Cut-off Current ($V_{BE} = +3\text{ V}$) | $V_{CE} = 30\text{ V}$ | | | 50 | nA |
| I_{BEX} | Base Cut-off Current ($V_{BE} = +3\text{ V}$) | $V_{CE} = 30\text{ V}$ | | | 50 | nA |
| $V_{(BR)CEO}$ * | Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_B = 0$) | $I_C = 1\text{ mA}$ | 40 | | | V |
| $V_{(BR)CBO}$ | Collector-Base Breakdown Voltage ($I_E = 0$) | $I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$ | 60 | | | V |
| $V_{(BR)EBO}$ | Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_C = 0$) | $I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$ | 6 | | | V |
| $V_{CE(sat)}$ * | Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $I_B = 5\text{ mA}$ | | | 0.2 0.2 | V V |
| $V_{BE(sat)}$ * | Base-Emitter Saturation Voltage | $I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $I_B = 5\text{ mA}$ | 0.65 | | 0.85 0.95 | V V |
| h_{FE} * | DC Current Gain | $I_C = 0.1\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 1\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 100\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ | 60 80 100 60 30 | | 300 | |
| f_T | Transition Frequency | $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 20\text{ V}$ $f = 100\text{ MHz}$ | 250 | 270 | | MHz |
| C_{CBO} | Collector-Base Capacitance | $I_E = 0$ $V_{CB} = 10\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$ | | 4 | | pF |
| C_{EBO} | Emitter-Base Capacitance | $I_C = 0$ $V_{EB} = 0.5\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$ | | 18 | | pF |
| NF | Noise Figure | $V_{CE} = 5\text{ V}$ $I_C = 0.1\text{ mA}$ $f = 10\text{ Hz}$ $I_o = 15.7\text{ KHz}$ $R_G = 1\text{ K}\Omega$ | | 5 | | dB |
| t_d | Delay Time | $I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$ | | | 35 | ns |
| t_r | Rise Time | $V_{CC} = 30\text{ V}$ | | | 35 | ns |
| t_s | Storage Time | $I_C = 10\text{ mA}$ $I_{B1} = -I_{B2} = 1\text{ mA}$ | | | 200 | ns |
| t_f | Fall Time | $V_{CC} = 30\text{ V}$ | | | 50 | ns |

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle $\leq 2\%$

LM158/LM258/LM358/LM2904 Low Power Dual Operational Amplifiers

Check for Samples: LM158-N, LM258-N, LM2904-N, LM358-N

FEATURES

- Available in 8-Bump DSBGA Chip-Sized Package, (See AN-1112 (SNVA009))
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100 dB
- Wide Bandwidth (Unity Gain): 1 MHz (Temperature Compensated)
- Wide Power Supply Range:
 - Single Supply: 3V to 32V
 - Or Dual Supplies: $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Very Low Supply Current Drain (500 μA)—Essentially Independent of Supply Voltage
- Low Input Offset Voltage: 2 mV
- Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to the Power Supply Voltage
- Large Output Voltage Swing

UNIQUE CHARACTERISTICS

- In the Linear Mode the Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground and the Output Voltage Can Also Swing to Ground, even though Operated from Only a Single Power Supply Voltage.
- The Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated.
- The Input Bias Current is also Temperature Compensated.

ADVANTAGES

- Two Internally Compensated Op Amps
- Eliminates Need for Dual Supplies
- Allows Direct Sensing Near GND and V_{OUT} Also Goes to GND
- Compatible with All Forms of Logic
- Power Drain Suitable for Battery Operation

DESCRIPTION

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.

The LM358 and LM2904 are available in a chip sized package (8-Bump DSBGA) using TI's DSBGA package technology.

LM158/LM258/LM358/LM2904 Low Power Dual Operational Amplifiers

Check for Samples: LM158-N, LM258-N, LM2904-N, LM358-N

FEATURES

- Available in 8-Bump DSBGA Chip-Sized Package, (See AN-1112 (SNVA009))
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100 dB
- Wide Bandwidth (Unity Gain): 1 MHz (Temperature Compensated)
- Wide Power Supply Range:
 - Single Supply: 3V to 32V
 - Or Dual Supplies: $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Very Low Supply Current Drain (500 μA)—Essentially Independent of Supply Voltage
- Low Input Offset Voltage: 2 mV
- Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to the Power Supply Voltage
- Large Output Voltage Swing

UNIQUE CHARACTERISTICS

- In the Linear Mode the Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground and the Output Voltage Can Also Swing to Ground, even though Operated from Only a Single Power Supply Voltage.
- The Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated.
- The Input Bias Current is also Temperature Compensated.

ADVANTAGES

- Two Internally Compensated Op Amps
- Eliminates Need for Dual Supplies
- Allows Direct Sensing Near GND and V_{OUT} Also Goes to GND
- Compatible with All Forms of Logic
- Power Drain Suitable for Battery Operation

DESCRIPTION

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.

The LM358 and LM2904 are available in a chip sized package (8-Bump DSBGA) using TI's DSBGA package technology.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS⁽¹⁾⁽²⁾

| | LM158/LM258/LM358 LM158A/LM258A/LM358A | LM2904 |
|--|---|-----------------|
| Supply Voltage, V^+ | 32V | 26V |
| Differential Input Voltage | 32V | 26V |
| Input Voltage | -0.3V to +32V | -0.3V to +26V |
| Power Dissipation ⁽³⁾ | | |
| PDIP (P) | 830 mW | 830 mW |
| TO-99 (LMC) | 550 mW | |
| SOIC (D) | 530 mW | 530 mW |
| DSBGA (YPB) | 435mW | |
| Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) ⁽⁴⁾ | $V^+ \leq 15V$ and $T_A = 25^\circ C$ | Continuous |
| Input Current ($V_{IN} < -0.3V$) ⁽⁵⁾ | 50 mA | 50 mA |
| Operating Temperature Range | | |
| LM358 | 0°C to +70°C | -40°C to +85°C |
| LM258 | +25°C to +85°C | |
| LM158 | -55°C to +125°C | |
| Storage Temperature Range | -65°C to +160°C | -65°C to +150°C |
| Lead Temperature, PDIP (P) | | |
| (Soldering, 10 seconds) | 260°C | 260°C |
| Lead Temperature, TO-99 (LMC) | | |
| (Soldering, 10 seconds) | 300°C | 300°C |
| Soldering Information | | |
| PDIP Package (P) | | |
| Soldering (10 seconds) | 260°C | 260°C |
| SOIC Package (D) | | |
| Vapor Phase (60 seconds) | 215°C | 215°C |
| Infrared (15 seconds) | 220°C | 220°C |
| ESD Tolerance ⁽⁶⁾ | 250V | 250V |

(1) Refer to RETS158AX for LM158A military specifications and to RETS158X for LM158 military specifications.

(2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.

(3) For operating at high temperatures, the LM358/LM358A, LM2904 must be derated based on a +125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 120°C/W for PDIP, 182°C/W for TO-99, 189°C/W for SOIC package, and 230°C/W for DSBGA, which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM258/LM258A and LM158/LM158A can be derated based on a +150°C maximum junction temperature. The dissipation is the total of both amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.

(4) Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V^+ . At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

(5) This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the V^+ voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3V (at 25°C).

(6) Human body model, 1.5 kΩ in series with 100 pF.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V^+ = +5.0V$, unless otherwise stated

| Parameter | Conditions | LM158A | | | LM358A | | | LM158/LM258 | | | Units |
|---------------------------------|--|--------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| Input Offset Voltage | ⁽¹⁾ $T_A = 25^\circ C$ | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 2 | 5 | mV |
| Input Bias Current | $I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$, $T_A = 25^\circ C$, $V_{CM} = 0V$, ⁽²⁾ | | 20 | 50 | | 45 | 100 | | 45 | 150 | nA |
| Input Offset Current | $I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $V_{CM} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$ | | 2 | 10 | | 5 | 30 | | 3 | 30 | nA |
| Input Common-Mode Voltage Range | $V^+ = 30V$, ⁽³⁾ (LM2904, $V^+ = 26V$), $T_A = 25^\circ C$ | 0 | $V^+ - 1.5$ | 0 | $V^+ - 1.5$ | 0 | $V^+ - 1.5$ | 0 | $V^+ - 1.5$ | $V^+ - 1.5$ | V |
| Supply Current | Over Full Temperature Range | | | | | | | | | | |
| | $R_L = \infty$ on All Op Amps | | | | | | | | | | |
| | $V^+ = 30V$ (LM2904 $V^+ = 26V$) | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | mA |
| | $V^+ = 5V$ | | 0.5 | 1.2 | | 0.5 | 1.2 | | 0.5 | 1.2 | mA |

(1) $V_O = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5V$) at $25^\circ C$. For LM2904, V^+ from 5V to 26V.

(2) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

(3) The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at $25^\circ C$). The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5V$ (at $25^\circ C$), but either or both inputs can go to +32V without damage (+26V for LM2904), independent of the magnitude of V^+ .

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V^+ = +5.0V$, unless otherwise stated

| Parameter | Conditions | LM358 | | | LM2904 | | | Units |
|---------------------------------|--|-------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-------|
| | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| Input Offset Voltage | See ⁽¹⁾ , $T_A = 25^\circ C$ | | 2 | 7 | | 2 | 7 | mV |
| Input Bias Current | $I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$, $T_A = 25^\circ C$, $V_{CM} = 0V$, See ⁽²⁾ | | 45 | 250 | | 45 | 250 | nA |
| Input Offset Current | $I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $V_{CM} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$ | | 5 | 50 | | 5 | 50 | nA |
| Input Common-Mode Voltage Range | $V^+ = 30V$, See ⁽³⁾ (LM2904, $V^+ = 26V$), $T_A = 25^\circ C$ | 0 | $V^+ - 1.5$ | 0 | $V^+ - 1.5$ | 0 | $V^+ - 1.5$ | V |
| Supply Current | Over Full Temperature Range | | | | | | | |
| | $R_L = \infty$ on All Op Amps | | | | | | | |
| | $V^+ = 30V$ (LM2904 $V^+ = 26V$) | | 1 | 2 | | 1 | 2 | mA |
| | $V^+ = 5V$ | | 0.5 | 1.2 | | 0.5 | 1.2 | mA |

(1) $V_O = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5V$) at $25^\circ C$. For LM2904, V^+ from 5V to 26V.

(2) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

(3) The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at $25^\circ C$). The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5V$ (at $25^\circ C$), but either or both inputs can go to +32V without damage (+26V for LM2904), independent of the magnitude of V^+ .

LAMPIRAN C BENTUK ALAT

a. *PLC Mitsubishi Q02H*



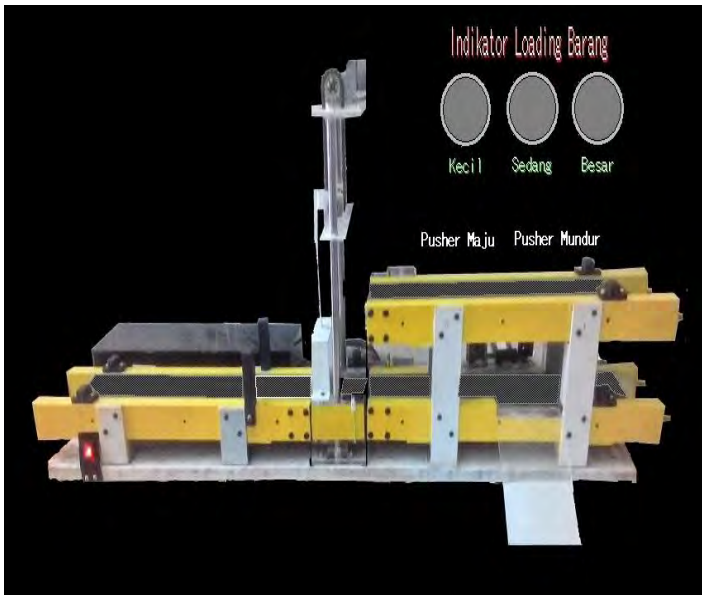
b. *Power Supply, Driver Motor, Comparator*



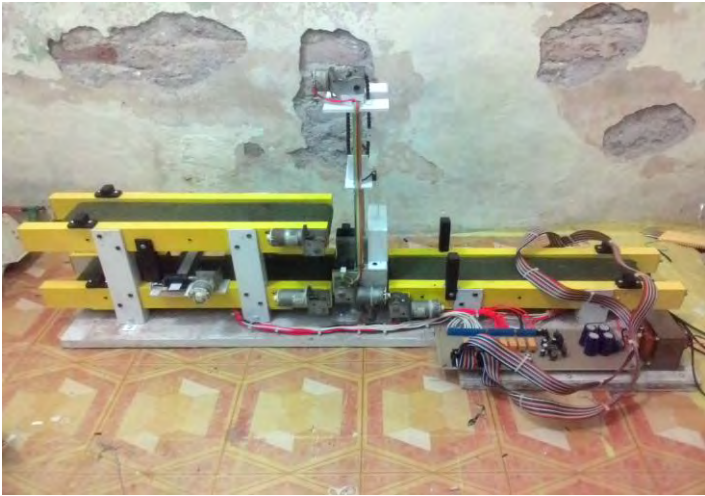
c. *Gambar Conector ke PLC*



d. *Gambar Panel Indikator*



e. *Gambar Keseluruhan*



Halaman ini sengaja dikosongkan

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V^+ = +5.0V$, See⁽¹⁾, unless otherwise stated

| Parameter | | Conditions | LM158A | | | LM358A | | | LM158/LM258 | | | Units |
|---------------------------------|----------|---|--------|------|-----------|--------|------|-----------|-------------|------|-----------|------------------|
| | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| Large Signal Voltage Gain | | $V^+ = 15V$, $T_A = 25^\circ C$, $R_L \geq 2 k\Omega$, (For $V_O = 1V$ to $11V$) | 50 | 100 | | 25 | 100 | | 50 | 100 | | V/mV |
| Common-Mode | | $T_A = 25^\circ C$ | | | | | | | | | | |
| Rejection Ratio | | $V_{CM} = 0V$ to $V^+ - 1.5V$ | 70 | 85 | | 65 | 85 | | 70 | 85 | | dB |
| Power Supply | | $V^+ = 5V$ to $30V$ | 65 | 100 | | 65 | 100 | | 65 | 100 | | dB |
| Rejection Ratio | | (LM2904, $V^+ = 5V$ to $26V$), $T_A = 25^\circ C$ | | | | | | | | | | |
| Amplifier-to-Amplifier Coupling | | $f = 1 kHz$ to $20 kHz$, $T_A = 25^\circ C$ (Input Referred), See ⁽²⁾ | | -120 | | | -120 | | | -120 | | dB |
| Output Current | Source | $V_{IN}^+ = 1V$, | | | | | | | | | | |
| | | $V_{IN}^- = 0V$, | | | | | | | | | | |
| | | $V^+ = 15V$, | | | | | | | | | | |
| | | $V_O = 2V$, $T_A = 25^\circ C$ | 20 | 40 | | 20 | 40 | | 20 | 40 | | mA |
| | Sink | $V_{IN}^+ = 1V$, $V_{IN}^- = 0V$, | | | | | | | | | | |
| | | $V^+ = 15V$, $T_A = 25^\circ C$, | 10 | 20 | | 10 | 20 | | 10 | 20 | | mA |
| | | $V_O = 2V$ | | | | | | | | | | |
| | | $V_{IN}^+ = 1V$, | | | | | | | | | | |
| | | $V_{IN}^- = 0V$ | | | | | | | | | | |
| | | $T_A = 25^\circ C$, $V_O = 200 mV$, | 12 | 50 | | 12 | 50 | | 12 | 50 | | μA |
| | | $V^+ = 15V$ | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Short Circuit to Ground | | $T_A = 25^\circ C$, See ⁽³⁾ , $V^+ = 15V$ | | 40 | 60 | | 40 | 60 | | 40 | 60 | mA |
| Input Offset Voltage | | See ⁽⁴⁾ | | | 4 | | | 5 | | | 7 | mV |
| Input Offset Voltage Drift | | $R_B = 0\Omega$ | | 7 | 15 | | 7 | 20 | | 7 | | $\mu V/^\circ C$ |
| Input Offset Current | | $I_{BQ} = I_{B1} = I_{B2}$ | | | 30 | | | 75 | | | 100 | nA |
| Input Offset Current Drift | | $R_B = 0\Omega$ | | 10 | 200 | | 10 | 300 | | 10 | | $pA/^\circ C$ |
| Input Bias Current | | $I_{BQ} = I_{B1} = I_{B2}$ | | 40 | 100 | | 40 | 200 | | 40 | 300 | nA |
| Input Common-Mode Voltage Range | | $V^+ = 30V$, See ⁽⁵⁾ (LM2904, $V^+ = 26V$) | 0 | | $V^+ - 2$ | 0 | | $V^+ - 2$ | 0 | | $V^+ - 2$ | V |
| Large Signal Voltage Gain | | $V^+ = +15V$ ($V_O = 1V$ to $11V$) $R_L \geq 2 k\Omega$ | 25 | | 15 | | | 25 | | | | V/mV |
| Output | V_{OH} | $V^+ = +30V$, $R_L = 2 k\Omega$ | 26 | | 26 | | | 26 | | | | V |
| Voltage | | (LM2904, $V^+ = 26V$) $R_L = 10 k\Omega$ | 27 | 28 | 27 | 28 | | 27 | 28 | | | V |
| Swing | V_{OL} | $V^+ = 5V$, $R_L = 10 k\Omega$ | 5 | 20 | 5 | 20 | | 5 | 20 | | | mV |

- (1) These specifications are limited to $-55^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$ for the LM158/LM158A. With the LM258/LM258A, all temperature specifications are limited to $-25^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$, the LM358/LM358A temperature specifications are limited to $0^\circ C \leq T_A \leq +70^\circ C$, and the LM2904 specifications are limited to $-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$.
- (2) Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.
- (3) Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V^+ . At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.
- (4) $V_O = 1.4V$, $R_B = 0\Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5V$) at $25^\circ C$. For LM2904, V^+ from 5V to 26V.
- (5) The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at $25^\circ C$). The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5V$ (at $25^\circ C$), but either or both inputs can go to +32V without damage (+26V for LM2904), independent of the magnitude of V^+ .

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

$V^+ = +5.0V$, See⁽¹⁾, unless otherwise stated

| Parameter | Conditions | LM158A | | | LM358A | | | LM158/LM258 | | | Units |
|----------------|--|--------|-----|-----|--------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------|
| | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| Output Current | Source $V_{IN}^+ = +1V$, $V_{IN}^- = 0V$, $V^+ = 15V$, $V_O = 2V$ | 10 | 20 | | 10 | 20 | | 10 | 20 | | mA |
| | Sink $V_{IN}^+ = +1V$, $V_{IN}^- = 0V$, $V^+ = 15V$, $V_O = 2V$ | 10 | 15 | | 5 | 8 | | 5 | 8 | | mA |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V^+ = +5.0V$, See⁽¹⁾, unless otherwise stated

| Parameter | Conditions | LM358 | | | LM2904 | | | Units |
|---------------------------------|--|-------|------|-----------|--------|------|-----------|------------------|
| | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| Large Signal Voltage | $V^+ = 15V$, $T_A = 25^\circ C$ | | | | | | | |
| Gain | $R_L \geq 2 k\Omega$, (For $V_O = 1V$ to $11V$) | 25 | 100 | | 25 | 100 | | V/mV |
| Common-Mode Rejection Ratio | $T_A = 25^\circ C$, $V_{CM} = 0V$ to $V^+ - 1.5V$ | 65 | 85 | | 50 | 70 | | dB |
| Power Supply Rejection Ratio | $V^+ = 5V$ to $30V$, (LM2904, $V^+ = 5V$ to $26V$), $T_A = 25^\circ C$ | 65 | 100 | | 50 | 100 | | dB |
| Amplifier-to-Amplifier Coupling | $f = 1 kHz$ to $20 kHz$, $T_A = 25^\circ C$ (Input Referenced), See ⁽²⁾ | | -120 | | | -120 | | dB |
| Output Current | Source $V_{IN}^+ = 1V$, $V_{IN}^- = 0V$, $V^+ = 15V$, $V_O = 2V$, $T_A = 25^\circ C$ | | | | | | | |
| | | 20 | 40 | | 20 | 40 | | mA |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | Sink $V_{IN}^+ = 1V$, $V_{IN}^- = 0V$, $V^+ = 15V$, $T_A = 25^\circ C$, $V_O = 2V$ | 10 | 20 | | 10 | 20 | | mA |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Short Circuit to Ground | $T_A = 25^\circ C$, See ⁽³⁾ , $V^+ = 15V$ | | 40 | 60 | | 40 | 60 | mA |
| Input Offset Voltage | See ⁽⁴⁾ | | | 9 | | | 10 | mV |
| Input Offset Voltage Drift | $R_S = 0\Omega$ | | 7 | | | 7 | | $\mu V/^\circ C$ |
| Input Offset Current | $I_{BQ1} = I_{BQ2}$ | | | 150 | | 45 | 200 | nA |
| Input Offset Current Drift | $R_S = 0\Omega$ | | 10 | | | 10 | | $\mu A/^\circ C$ |
| Input Bias Current | I_{BQ1} or I_{BQ2} | | 40 | 500 | | 40 | 500 | nA |
| Input Common-Mode Voltage Range | $V^+ = 30V$, See ⁽⁵⁾ (LM2904, $V^+ = 26V$) | 0 | | $V^+ - 2$ | 0 | | $V^+ - 2$ | V |

(1) These specifications are limited to $-55^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$ for the LM158/LM158A. With the LM258/LM258A, all temperature specifications are limited to $-25^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$; the LM358/LM358A temperature specifications are limited to $0^\circ C \leq T_A \leq +70^\circ C$, and the LM2904 specifications are limited to $-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$.

(2) Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

(3) Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V^+ . At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

(4) $V_O = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5V$) at $25^\circ C$. For LM2904, V^+ from 5V to 26V.

(5) The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at $25^\circ C$). The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5V$ (at $25^\circ C$), but either or both inputs can go to +32V without damage (+26V for LM2904), independent of the magnitude of V^+ .

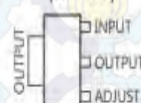
3-TERMINAL ADJUSTABLE REGULATOR

Check for Samples: LM317

FEATURES

- Output Voltage Range Adjustable From 1.25 V to 37 V
- Output Current Greater Than 1.5 A
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Thermal Overload Protection
- Output Safe-Area Compensation

DCY (SOT-223) PACKAGE
(TOP VIEW)



KC (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KCS / KCT (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KTE PACKAGE
(TOP VIEW)



KTT (TO-263) PACKAGE
(TOP VIEW)



DESCRIPTION/ORDERING INFORMATION

The LM317 is an adjustable three-terminal positive-voltage regulator capable of supplying more than 1.5 A over an output-voltage range of 1.25 V to 37 V. It is exceptionally easy to use and requires only two external resistors to set the output voltage. Furthermore, both line and load regulation are better than standard fixed regulators.

In addition to having higher performance than fixed regulators, this device includes on-chip current limiting, thermal overload protection, and safe operating-area protection. All overload protection remains fully functional, even if the ADJUST terminal is disconnected.

The LM317 is versatile in its applications, including uses in programmable output regulation and local on-card regulation. Or, by connecting a fixed resistor between the ADJUST and OUTPUT terminals, the LM317 can function as a precision current regulator. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The ADJUST terminal can be bypassed to achieve very high ripple-rejection ratios, which are difficult to achieve with standard three-terminal regulators.

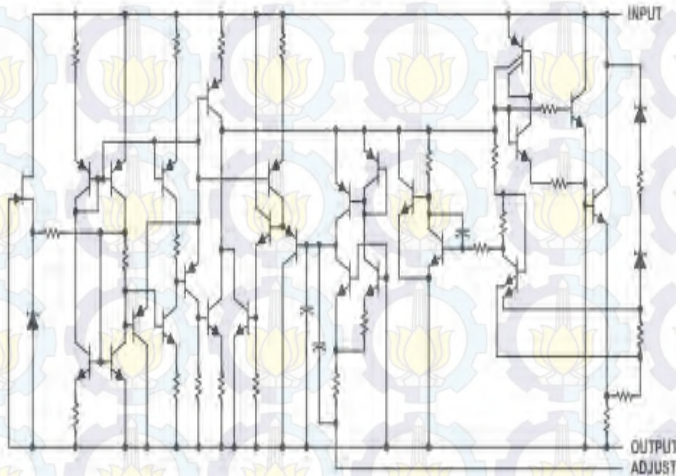
Table 1. ORDERING INFORMATION⁽¹⁾

| T _A | PACKAGE ⁽²⁾ | | ORDERABLE PART NUMBER | TOP-SIDE MARKING |
|----------------|------------------------------|--------------|-----------------------|------------------|
| 0°C to 125°C | PowerFLEX™ – KTE | Reel of 2000 | LM317KTER | OBSOLETE |
| | SOT-223 – DCY | Tube of 80 | LM317DCY | L3 |
| | | Reel of 2500 | LM317DCYR | |
| | TO-220 – KC | Tube of 50 | LM317KC | OBSOLETE |
| | TO-220, short shoulder – KCS | Tube of 20 | LM317KCS | LM317 |
| | TO-220, short shoulder – KCT | Tube of 20 | LM317KCT | LM317 |
| | TO-263 – KTT | Reel of 500 | LM317KTTR | LM317 |

¹⁾ For the most current package and ordering information, see the Package Option Addendum at the end of this document, or see the TI web site at www.ti.com.

²⁾ Package drawings, thermal data, and symbolization are available at www.ti.com/packaging.

SCHEMATIC DIAGRAM



Absolute Maximum Ratings⁽¹⁾

over virtual junction temperature range (unless otherwise noted)

| | MIN | MAX | UNIT |
|--|-----|-----|------|
| $V_i - V_o$ Input-to-output differential voltage | | 40 | V |
| T_j Operating virtual junction temperature | | 150 | °C |
| Lead temperature 1.6 mm (1/16 in) from case for 10 s | | 260 | °C |
| T_{stg} Storage temperature range | -65 | 150 | °C |

- (1) Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

Package Thermal Data⁽¹⁾

| PACKAGE | BOARD | θ_{JA} | θ_{JC} | θ_{JB} ⁽²⁾ |
|--------------------|-------------------|---------------|---------------|------------------------------|
| PowerFLEX™ (KTE) | High K, JESD 51-5 | 23°C/W | 11.6°C/W | |
| SOT-223 (DCY) | High K, JESD 51-7 | 53°C/W | 30.6°C/W | |
| TO-220 (KCKCS/KCT) | High K, JESD 51-5 | 19°C/W | 17°C/W | 3°C/W |
| TO-263 (KTT) | High K, JESD 51-5 | 25.3°C/W | 18°C/W | 1.94°C/W |

- (1) Maximum power dissipation is a function of $T_j(\max)$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_j(\max) - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_j of 150°C can affect reliability.
- (2) For packages with exposed thermal pads, such as QFN, PowerPAD™, or PowerFLEX™, θ_{JB} is defined as the thermal resistance between the die junction and the bottom of the exposed pad.

Recommended Operating Conditions

| | MIN | MAX | UNIT |
|--|-----|-----|------|
| $V_I = V_O$ Input-to-output differential voltage | 3 | 40 | V |
| I_O Output current | | 1.5 | A |
| T_J Operating virtual junction temperature | 0 | 125 | °C |

Electrical Characteristics

over recommended ranges of operating virtual junction temperature (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST CONDITIONS ⁽¹⁾ | MIN | TYP | MAX | UNIT |
|---|--|--|------|-----|------------------|
| Line regulation ⁽²⁾ | $V_I = V_O = 3\text{ V to }40\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$ | 0.01 | 0.04 | | %/V |
| Load regulation | $I_O = 10\text{ mA to }1500\text{ mA}$ $C_{ADJ} = 10\text{ }\mu\text{F}$, ⁽³⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$ | $V_O \leq 5\text{ V}$ | | 25 | mV |
| | | $V_O \geq 5\text{ V}$ | 0.1 | 0.5 | %/V _O |
| | | $V_O \leq 5\text{ V}$ | 20 | 70 | mV |
| | | $V_O \geq 5\text{ V}$ | 0.3 | 1.5 | %/V _O |
| Thermal regulation | 20-ms pulse, $T_J = 25^\circ\text{C}$ | 0.03 | 0.07 | | %/W |
| ADJUST terminal current | | 50 | 100 | | μA |
| Change in ADJUST terminal current | $V_I = V_O = 2.5\text{ V to }40\text{ V}$, $P_D \leq 20\text{ W}$, $I_O = 10\text{ mA to }1500\text{ mA}$ | 0.2 | 5 | | μA |
| Reference voltage | $V_I = V_O = 3\text{ V to }40\text{ V}$, $P_D \leq 20\text{ W}$, $I_O = 10\text{ mA to }1500\text{ mA}$ | 1.2 | 1.25 | 1.3 | V |
| Output-voltage temperature stability | $T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$ | 0.7 | | | %/V _O |
| Minimum load current to maintain regulation | $V_I = V_O = 40\text{ V}$ | 3.5 | 10 | | mA |
| Maximum output current | $V_I = V_O \leq 15\text{ V}$, $P_D < P_{MAX}$ ⁽⁴⁾ | 1.5 | 2.2 | | A |
| | $V_I = V_O \leq 40\text{ V}$, $P_D < P_{MAX}$ ⁽⁴⁾ , $T_J = 25^\circ\text{C}$ | 0.15 | 0.4 | | |
| RMS output noise voltage (% of V _O) | $f = 10\text{ Hz to }10\text{ kHz}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ | 0.003 | | | %V _O |
| Ripple rejection | $V_O = 10\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$ | $C_{ADJ} = 0\text{ }\mu\text{F}$ ⁽³⁾ | 57 | | dB |
| | | $C_{ADJ} = 10\text{ }\mu\text{F}$ ⁽³⁾ | 62 | 64 | |
| Long-term stability | $T_J = 25^\circ\text{C}$ | 0.3 | 1 | | %/1k hr |

(1) Unless otherwise noted, the following test conditions apply: $|V_I - V_O| = 5\text{ V}$ and $I_{O(MAX)} = 1.5\text{ A}$, $T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$. Pulse testing techniques are used to maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible.

(2) Line regulation is expressed here as the percentage change in output voltage per 1-V change at the input.

(3) C_{ADJ} is connected between the ADJUST terminal and GND.

(4) Maximum power dissipation is a function of $T_J(\text{max})$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\text{max}) - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.

**LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 •
LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 •
LM7805A • LM7806A • LM7808A • LM7809A •
LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A**

3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

General Description

The LM78XX series of three terminal positive regulators are available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

Features

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 12, 15, 18, 24
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Ordering Code:

| Product Number | Output Voltage Tolerance | Package | Operating Temperature |
|----------------|--------------------------|---------|-----------------------|
| LM7805CT | ±4% | TO-220 | -40°C ~ +125°C |
| LM7806CT | | | |
| LM7808CT | | | |
| LM7809CT | | | |
| LM7810CT | | | |
| LM7812CT | | | |
| LM7815CT | | | |
| LM7818CT | | | |
| LM7824CT | ±2% | TO-220 | 0°C ~ +125°C |
| LM7805ACT | | | |
| LM7806ACT | | | |
| LM7808ACT | | | |
| LM7809ACT | | | |
| LM7810ACT | | | |
| LM7812ACT | | | |
| LM7815ACT | | | |
| LM7818ACT | | | |
| LM7824ACT | | | |

Electrical Characteristics (LM7812)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------------------------|------------------|---|--|------|------|-------------------|
| Output Voltage | V_O | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | 11.5 | 12.0 | 12.5 | V |
| | | $5\text{mA} < I_O < 1\text{A}$, $P_{D0} = 15\text{W}$, $V_I = 14.5\text{V}$ to 27V | 11.4 | 12.0 | 12.6 | |
| Line Regulation (Note 12) | Regline | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | $V_I = 14.5\text{V}$ to 30V | — | 10.0 | mV |
| | | | $V_I = 16\text{V}$ to 22V | — | 3.0 | |
| Load Regulation (Note 12) | Regload | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5mA | — | 11.0 | mV |
| | | | $I_O = 250\text{mA}$ to 750mA | — | 5.0 | |
| Quiescent Current | I_Q | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 5.1 | 8.0 | mA |
| Quiescent Current Change | ΔI_Q | $I_O = 5\text{mA}$ to 1A | — | 0.1 | 0.5 | mA |
| | | | $V_I = 14.5\text{V}$ to 30V | — | 0.5 | |
| Output Voltage Drift (Note 13) | $\Delta V_O / T$ | $I_O = 5\text{mA}$ | — | -1.0 | — | mV/°C |
| Output Noise Voltage | V_{IN} | $f = 10\text{Hz}$ to 100kHz , $T_A = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 70.0 | — | $\mu\text{V}/V_O$ |
| Ripple Rejection (Note 13) | RR | $f = 120\text{Hz}$, $V_I = 15\text{V}$ to 25V | 55.0 | 71.0 | — | dB |
| Droop Voltage | V_{DROOP} | $I_O = 1\text{A}$, $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.0 | — | V |
| Output Resistance (Note 13) | r_O | $f = 10\text{Hz}$ | — | 18.0 | — | m Ω |
| Short Circuit Current | I_{SC} | $V_I = 35\text{V}$, $T_A = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 230 | — | mA |
| Peak Current (Note 13) | I_W | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.2 | — | A |

Note 12: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 13: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7815)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 23\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------------------------|------------------|---|--|------|-------|-------------------|
| Output Voltage | V_O | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | 14.4 | 15.0 | 15.6 | V |
| | | $5\text{mA} < I_O < 1\text{A}$, $P_{D0} = 15\text{W}$, $V_I = 17.5\text{V}$ to 30V | 14.25 | 15.0 | 15.75 | |
| Line Regulation (Note 14) | Regline | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | $V_I = 17.5\text{V}$ to 30V | — | 11.0 | mV |
| | | | $V_I = 20\text{V}$ to 28V | — | 3.0 | |
| Load Regulation (Note 14) | Regload | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5mA | — | 12.0 | mV |
| | | | $I_O = 250\text{mA}$ to 750mA | — | 4.0 | |
| Quiescent Current | I_Q | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 5.2 | 8.0 | mA |
| Quiescent Current Change | ΔI_Q | $I_O = 5\text{mA}$ to 1A | — | — | 0.5 | mA |
| | | | $V_I = 17.5\text{V}$ to 30V | — | 1.0 | |
| Output Voltage Drift (Note 13) | $\Delta V_O / T$ | $I_O = 5\text{mA}$ | — | -1.0 | — | mV/°C |
| Output Noise Voltage | V_{IN} | $f = 10\text{Hz}$ to 100kHz , $T_A = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 80.0 | — | $\mu\text{V}/V_O$ |
| Ripple Rejection (Note 15) | RR | $f = 120\text{Hz}$, $V_I = 18.5\text{V}$ to 28.5V | 54.0 | 70.0 | — | dB |
| Droop Voltage | V_{DROOP} | $I_O = 1\text{A}$, $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.0 | — | V |
| Output Resistance (Note 13) | r_O | $f = 10\text{Hz}$ | — | 19.0 | — | m Ω |
| Short Circuit Current | I_{SC} | $V_I = 35\text{V}$, $T_A = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 250 | — | mA |
| Peak Current (Note 15) | I_W | $T_J = -25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.2 | — | A |

Note 14: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 15: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7818)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 27\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------------------------|-----------------------|--|--|------|------|--------------------------------|
| Output Voltage | V_O | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | 17.3 | 18.0 | 18.7 | V |
| | | $5\text{mA} < I_O < 1\text{A}$, $P_D < 15\text{W}$, $V_I = 21\text{V}$ to 33V | 17.1 | 18.0 | 18.9 | |
| Line Regulation (Note 12) | Reg _{line} | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | $V_I = 21\text{V}$ to 33V | — | 15.0 | mV |
| | | | $V_I = 24\text{V}$ to 30V | — | 5.0 | |
| Load Regulation (Note 12) | Reg _{load} | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5mA | — | 15.0 | mV |
| | | | $I_O = 250\text{mA}$ to 750mA | — | 5.0 | |
| Quiescent Current | I_Q | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 5.2 | 8.0 | mA |
| Quiescent Current Change | ΔI_Q | $I_O = 5\text{mA}$ to 1A | — | — | 0.5 | mA |
| | | | $V_I = 21\text{V}$ to 33V | — | 1.0 | |
| Output Voltage Drift (Note 17) | $\Delta V_O/\Delta T$ | $I_O = 5\text{mA}$ | — | -1.0 | — | mV/°C |
| Output Noise Voltage | V_N | $f = 10\text{Hz}$ to 100kHz , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 110 | — | $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| Ripple Rejection (Note 17) | RR | $f = 120\text{Hz}$, $V_I = 22\text{V}$ to 32V | 53.0 | 59.0 | — | dB |
| Droop Voltage | V_{droop} | $I_O = 1\text{A}$, $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.0 | — | V |
| Output Resistance (Note 17) | r_O | $f = 10\text{Hz}$ | — | 22.0 | — | mΩ |
| Short Circuit Current | I_{SC} | $V_I = 35\text{V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 250 | — | mA |
| Peak Current (Note 17) | I_{PK} | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.2 | — | A |

Note 16: Load and line regulation are specified at constant junction temperatures. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 17: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7824)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 33\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------------------------|-----------------------|--|--|------|-------|--------------------------------|
| Output Voltage | V_O | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | 23.0 | 24.0 | 25.0 | V |
| | | $5\text{mA} < I_O < 1\text{A}$, $P_D < 15\text{W}$, $V_I = 27\text{V}$ to 38V | 22.8 | 24.0 | 25.25 | |
| Line Regulation (Note 18) | Reg _{line} | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | $V_I = 27\text{V}$ to 38V | — | 17.0 | mV |
| | | | $V_I = 30\text{V}$ to 36V | — | 8.0 | |
| Load Regulation (Note 18) | Reg _{load} | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5mA | — | 15.0 | mV |
| | | | $I_O = 250\text{mA}$ to 750mA | — | 5.0 | |
| Quiescent Current | I_Q | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 5.2 | 8.0 | mA |
| Quiescent Current Change | ΔI_Q | $I_O = 5\text{mA}$ to 1A | — | 0.1 | 0.5 | mA |
| | | | $V_I = 27\text{V}$ to 38V | — | 0.5 | |
| Output Voltage Drift (Note 19) | $\Delta V_O/\Delta T$ | $I_O = 5\text{mA}$ | — | -1.5 | — | mV/°C |
| Output Noise Voltage | V_N | $f = 10\text{Hz}$ to 100kHz , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 80.0 | — | $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| Ripple Rejection (Note 19) | RR | $f = 120\text{Hz}$, $V_I = 28\text{V}$ to 38V | 50.0 | 57.0 | — | dB |
| Droop Voltage | V_{droop} | $I_O = 1\text{A}$, $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.0 | — | V |
| Output Resistance (Note 19) | r_O | $f = 10\text{Hz}$ | — | 28.0 | — | mΩ |
| Short Circuit Current | I_{SC} | $V_I = 35\text{V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 230 | — | mA |
| Peak Current (Note 19) | I_{PK} | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | — | 2.2 | — | A |

Note 18: Load and line regulation are specified at constant junction temperatures. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 19: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

LM79XX Series 3-Terminal Negative Regulators

General Description

The LM79XX series of 3-terminal regulators is available with fixed output voltages of $-5V$, $-8V$, $-12V$, and $-15V$. These devices need only one external component—a compensation capacitor at the output. The LM79XX series is packaged in the TO-220 power package and is capable of supplying 1.5A of output current.

These regulators employ internal current limiting safe area protection and thermal shutdown for protection against virtually all overload conditions.

Low ground pin current of the LM79XX series allows output voltage to be easily boosted above the preset value with a resistor divider. The low quiescent current drain of

these devices with a specified maximum change with line and load ensures good regulation in the voltage boosted mode.

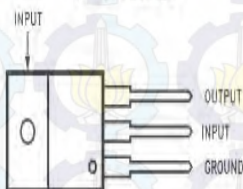
For applications requiring other voltages, see LM137 data sheet.

Features

- Thermal, short circuit and safe area protection
- High ripple rejection
- 1.5A output current
- 4% tolerance on preset output voltage

Connection Diagrams

TO-220 Package



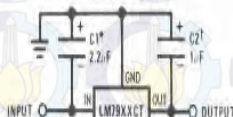
TL/H/7340-14

Front View

Order Number LM7905CT, LM7912CT or LM7915CT
See NS Package Number TO3B

Typical Applications

Fixed Regulator



TL/H/7340-3

*Required if regulator is separated from filter capacitor by more than 3". For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted.

†Required for stability. For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted. Values given may be increased without limit.

For output capacitance in excess of 100 μF , a high current diode from input to output (1N4001, etc.) will protect the regulator from momentary input shorts.

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

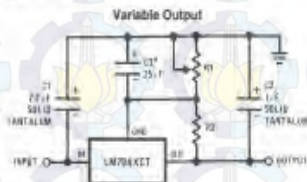
| | |
|----------------------------------|------|
| Input Voltage ($V_O = -5V$) | -25V |
| ($V_O = -12V$ and $-15V$) | -35V |

| | |
|--|--------------------|
| Input-Output Differential ($V_O = -5V$) | 25V |
| ($V_O = -12V$ and $-15V$) | 30V |
| Power Dissipation (Note 2) | Internally Limited |
| Operating Junction Temperature Range | 0°C to +125°C |
| Storage Temperature Range | -65°C to +150°C |
| Lead Temperature (Soldering, 10 sec.) | 230°C |

Electrical Characteristics Conditions unless otherwise noted: $I_{OUT} = 500$ mA, $C_{IN} = 2.2$ μ F, $C_{OUT} = 1$ μ F, 0°C $\leq T_J \leq +125$ °C, Power Dissipation ≤ 1.5 W.

| Part Number | | | LM7905C | | | Units |
|--|---|--|---------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|
| Output Voltage | | | -5V | | | |
| Input Voltage (unless otherwise specified) | | | -10V | | | |
| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | |
| V_O | Output Voltage | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ $5\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 1\text{ A}$, $P \leq 15\text{ W}$ | -4.8 -4.75 | -5.0 (-20 $\leq V_{IN} \leq -7$) | -5.2 -5.25 | V V V |
| ΔV_O | Line Regulation | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, (Note 3) | | 8 (-25 $\leq V_{IN} \leq -7$) | 50 15 | mV V mV/V |
| ΔV_O | Load Regulation | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, (Note 3) $5\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 1.5\text{ A}$ $250\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 750\text{ mA}$ | | 15 5 | 100 50 | mV mV |
| I_Q | Quiescent Current | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | | 1 | 2 | mA |
| ΔI_Q | Quiescent Current Change | With Line With Load, $5\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 1\text{ A}$ | | (-25 $\leq V_{IN} \leq -7$) | 0.5 0.5 | mA V mA |
| V_n | Output Noise Voltage | $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 10 Hz $\leq f \leq 100$ Hz | | 125 | | μV |
| | Ripple Rejection | $f = 120$ Hz | 54 | 86 (-18 $\leq V_{IN} \leq -8$) | | dB V |
| | Droop Voltage | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $I_{OUT} = 1\text{ A}$ | | 1.1 | | V |
| I_{Omax} | Peak Output Current | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ | | 2.2 | | A |
| | Average Temperature Coefficient of Output Voltage | $I_{OUT} = 5\text{ mA}$, $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$ | | 0.4 | | mV/°C |

Typical Applications (Continued)



*Improves transient response and ripple rejection. Do not increase beyond 50 μ F.

$$V_{OUT} = V_{SET} \left(\frac{R1 + R2}{R2} \right)$$

Select R2 as follows:
LM7905CT 300 Ω
LM7912CT 750 Ω
LM7915CT 1K

TL4947945-2

TIP41 Series(TIP41/41A/41B/41C)

Medium Power Linear Switching Applications

* Complement to TIP42/42A/42B/42C



1.Base 2.Collector 3.Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | Value | Units |
|-----------|--|-----------|------------------|
| V_{CE0} | Collector-Emitter Voltage: TIP41 | 40 | V |
| | : TIP41A | 60 | V |
| | : TIP41B | 80 | V |
| | : TIP41C | 100 | V |
| V_{CEO} | Collector-Emitter Voltage: TIP41 | 40 | V |
| | : TIP41A | 60 | V |
| | : TIP41B | 80 | V |
| | : TIP41C | 100 | V |
| V_{EB0} | Emitter-Base Voltage | 5 | V |
| I_C | Collector Current (DC) | 6 | A |
| I_{CP} | Collector Current (Pulse) | 10 | A |
| I_B | Base Current | 2 | A |
| P_C | Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$) | 65 | W |
| P_C | Collector Dissipation ($T_J=25^\circ\text{C}$) | 2 | W |
| T_J | Junction Temperature | 150 | $^\circ\text{C}$ |
| T_{STG} | Storage Temperature | -65 - 150 | $^\circ\text{C}$ |

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | Test Condition | Min. | Max. | Units |
|----------------|--|---|----------|------|---------------|
| $V_{CE0(sus)}$ | * Collector-Emitter Sustaining Voltage | $I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$ | 40 | | V |
| | : TIP41A | | 60 | | V |
| | : TIP41B | | 80 | | V |
| | : TIP41C | | 100 | | V |
| I_{CEO} | Collector Cut-off Current | $V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$ $V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$ | | 0.7 | mA |
| | : TIP41/41A : TIP41B/41C | | | 0.7 | mA |
| I_{CES} | Collector Cut-off Current | $V_{CE} = 40\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = 80\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = 100\text{V}, V_{EB} = 0$ | | 400 | μA |
| | : TIP41 | | | 400 | μA |
| | : TIP41A | | | 400 | μA |
| | : TIP41B : TIP41C | | | 400 | μA |
| I_{EBO} | Emitter Cut-off Current | $V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$ | | 1 | mA |
| h_{FE} | * DC Current Gain | $V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 0.3\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$ | 30 15 | 75 | |
| $V_{CE(sat)}$ | * Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C = 6\text{A}, I_B = 600\text{mA}$ | | 1.5 | V |
| $V_{BE(sat)}$ | * Base-Emitter Saturation Voltage | $V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 6\text{A}$ | | 2.0 | V |
| f_T | Current Gain Bandwidth Product | $V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 500\text{mA}$ | 3.0 | | MHz |

* Pulse Test: PW=300 μs , Duty Cycle=2%

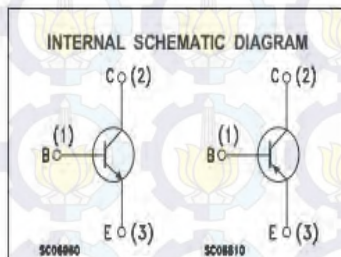
COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES
- COMPLEMENTARY PNP - NPN DEVICES

DESCRIPTION

The TIP3055 is a silicon Epitaxial-Base Planar NPN transistor mounted in TO-218 plastic package. It is intended for power switching circuits, series and shunt regulators, output stages and hi-fi amplifiers.

The complementary PNP type is the TIP2955.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Symbol | Parameter | Value | | Unit |
|-----------|--|-------|------------|------------------|
| | | PNP | TIP2955 | |
| | | NPN | TIP3055 | |
| V_{CB0} | Collector-Base Voltage ($I_E = 0$) | | 100 | V |
| V_{CE0} | Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$) | | 60 | V |
| I_C | Collector Current | | 15 | A |
| I_B | Base Current | | 7 | A |
| P_{tot} | Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ\text{C}$ | | 90 | W |
| T_{stg} | Storage Temperature | | -65 to 150 | $^\circ\text{C}$ |
| T_j | Max. Operating Junction Temperature | | 150 | $^\circ\text{C}$ |

For PNP types voltage and current are negative.

TIP2955/TIP3055

THERMAL DATA

| | | | | |
|----------------|----------------------------------|-----|-----|----------------------|
| $R_{thj-case}$ | Thermal Resistance Junction-case | Max | 1.4 | $^{\circ}\text{C/W}$ |
|----------------|----------------------------------|-----|-----|----------------------|

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

| Symbol | Parameter | Test Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|-----------------------|---|--|--|------------|--------|--------------------------------|
| I_{CEX} | Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -1.5\text{V}$) | $V_{CE} = 100\text{V}$ $V_{CE} = 100\text{V}$ $T_J = 150^{\circ}\text{C}$ | | | 1 5 | mA mA |
| I_{CEO} | Collector Cut-off Current ($I_B = 0$) | $V_{CE} = 30\text{V}$ | | | 0.7 | mA |
| I_{EBO} | Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$) | $V_{EB} = 7\text{V}$ | | | 5 | mA |
| $V_{CE(sus)}^*$ | Collector-Emitter Sustaining Voltage ($I_B = 0$) | $I_C = 30\text{mA}$ | 60 | | | V |
| $V_{CE(sat)}^*$ | Collector-emitter Saturation Voltage | $I_C = 4\text{A}$ $I_C = 10\text{A}$ | $I_B = 0.4\text{A}$ $I_B = 3.3\text{A}$ | | 1 3 | V V |
| V_{BE}^* | Base-emitter Voltage | $I_C = 4\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{V}$ | | | 1.8 | V |
| h_{FE}^* | DC Current Gain | $I_C = 4\text{A}$ $I_C = 10\text{A}$ | $V_{CE} = 4\text{V}$ $V_{CE} = 4\text{V}$ | 20 5 | 70 | |
| h_{fe} | Small Signal Current Gain | $I_C = 1\text{A}$ $V_{CE} = 10\text{V}$ $f = 1\text{KHz}$ | 15 | | | |
| f_T | Transition-Frequency | $I_C = 0.5\text{A}$ $V_{CE} = 10\text{V}$ $f = 1\text{MHz}$ | 3 | | | MHz |
| t_{on} t_{off} | RESISTIVE LOAD Turn-on Time Turn-off Time | $I_C = 6\text{A}$ $R_L = 5\Omega$ $I_{B1} = -I_{B2} = 0.6\text{A}$ $V_{BE(off)} = -4\text{V}$ | | 0.5 0.9 | | μs μs |

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %

For PNP type, voltage and current value are negative.



RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Andrik Kurnia Adi Pratama
TTL : Dili, 17 Maret 1993
Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Perum.Mojoranu, Dander -
Bojonegoro
Telp/HP : 085655638739
E-mail : andrik_pratama93@yahoo.com
Hobi : Olahraga

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 1999 – 2005 : SDN Mojoranu II Dander Bojonegoro
2. 2005 – 2008 : SMP Negeri 1 Bojonegoro
3. 2008 – 2011 : SMA Negeri 4 Bojonegoro
4. 2011 – sekarang : Bidang Studi Komputer Kontrol, D3 Teknik Elektro FTI-ITS

PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT PETROKIMIA GRESIK Jawa Timur (Juli - Agustus 2014)

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Rahmat Bagus Prasajo
TTL : Lamongan, 30 Agustus 1992
Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Ds. Nguwok RT 3/RW 1,
Modo, Lamongan
Telp/HP : 081333601296
E-mail : rahmat.bagus.prasajo@gmail.com
Hobi : Membaca, *Travelling*

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 1998 – 2004 : TK Bunga Nusa Indah
2. 2004 – 2007 : SMPN 1 Babat
3. 2007 – 2010 : SMKN 1 Tuban
4. 2011 – sekarang : Bidang Studi Komputer Kontrol, D3
Teknik Elektro FTI-ITS

PENGALAMAN KERJA

1. Magang PT. ALSTOM Indonesia Power (2009)
2. Kerja Praktek di PT PETROKIMIA GRESIK Jawa Timur (Juli-
Agustus 2014)

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hibatul, Wildan. Perencanaan Ulang Belt Conveyor A2 Pada PLTU PT. PJB PAITON Dengan Kapasitas 3500 Ton/Jam. ***Tugas Akhir***. Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS. Juli 2013.
- [2] Christianto, Robertus Dwi dan Abror, Syaifud. Pengukuran Kekeruhan Air Minum Menggunakan Sensor Photodiode Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16. ***Tugas Akhir***. Program Studi D3 Teknik Elektro FTI-ITS. Februari 2014.
- [3] Bimantoro, Setio dan Pratiwi, Stella Arga. Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Pintu Air Menggunakan PLC Dilengkapi dengan HMI. ***Tugas Akhir***. Program Studi D3 Teknik Elektro FTI-ITS. Juni 2013.
- [4], **I/O Module Type Building Block User's Manual**. Januari 2006.
- [5], **Q-Series basic course(for GX Developer)**. Mei 2003.